

امباري أحمد

قصة العناصر

قصة العناير

امبای احمد

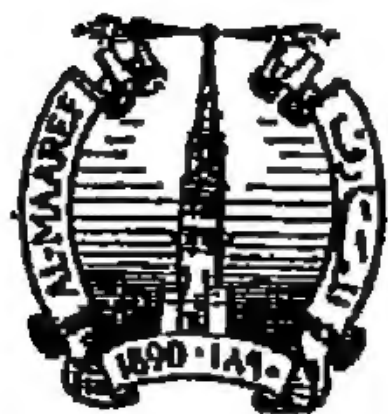
قصۃ المناصر

۱۰۰

اقراء

دارالعتبار للطباعة والتشريع

أقرأ ١٠٠ — مايو سنة ١٩٥١



جميع الحقوق محفوظة
لدار المعارف بمصر

الإهداء

إلى الأرض . . .

مصدر العناصر . . . وأمننا العجوز .

. . . وكلما ازددنا علماً تفتحت أمامنا آفاق عديدة
جديدة . . فما أقل ما نعلم . . وما أكثر المجهول الذي لم
نتوصل إلى معرفته بعد . .

(سير همفري دافى)

مقدمة

ما كان الإنسان في العِصر الأول يعرف شيئاً عن المعادن بل كانت جل أدواته تصنع من الحجر أو العظم أو قرون الحيوان . . . ولعل الذهب بما له من بريق ولمعان كان أول المعادن التي استرعت انتباهه فهناك بقايا من حلي ذهبية اكتشفت مع أدوات مصنوعة من الحجر البصقيل يرجع تاريخها إلى العصور الحجرية . وهذا دليل بين على أن الذهب هو أول المعادن التي عرفها الإنسان .

والمعدن الثاني هو النحاس . وهناك قول بأن المصريين عرفوه قبل معرفتهم للذهب وكانوا تستخلصونه من كربوناته Malachite وهي أهم خاماته وكان مصدريها صحراء سيناء وقد اكتشفت في مصر آثار نحاسية يرجع عهدها إلى ٣٥٠٠ سنة قبل الميلاد . ويقال أيضاً إن أول من اشتغل بالتعدين هم أهل العراق غير أنه من الثابت أن هذه الصناعة كانت معروفة أيضاً لأهل مصر ولسكان جزيرة كريت منذ ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد وأن الذهب والفضة والنحاس والبرونز والرصاص والحديد من

المعادن التي كانت معروفة عندهم . ولم يعرف على التحديد مصدر القصدير الذي كان يدخل في صناعة البرونز حينذاك (والبرونز خليط من النحاس والقصدير) فهناك قول بأنه كان يرد من ساحل كورنول Cornwall Coast ببريطانيا وقول آخر كان يرد من درانجيانا Drangiana ببلاد الفرس . ومن الثابت أيضاً أن قدماء المصريين استخدموا الحديد والفضة والرصاص بعد استخدامهم للنحاس . أما الذهب فقد عرفتة البلاد قبل عهد الأسر Predynastic Period أى قبل عصر الملك مينا (٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد) ومن طريف ما عثر عليه الباحثون رسالة من أحد ملوك مصر القدامى يرجع عهدها إلى ١٢٥٠ سنة قبل الميلاد إلى أحد ملوك الحيثيين Hittites بآسيا الصغرى يسأله فيها إمداداً من الحديد . كما عثروا على رد هذه الرسالة وفيه يطلب الملك الآسيوى شحنة من الذهب مقابل هذا الحديد . وقد ورد في الرد المذكور فقرة تقول . — « والذهب في بلاد أخى ملك مصر وفير جداً كالتراب »

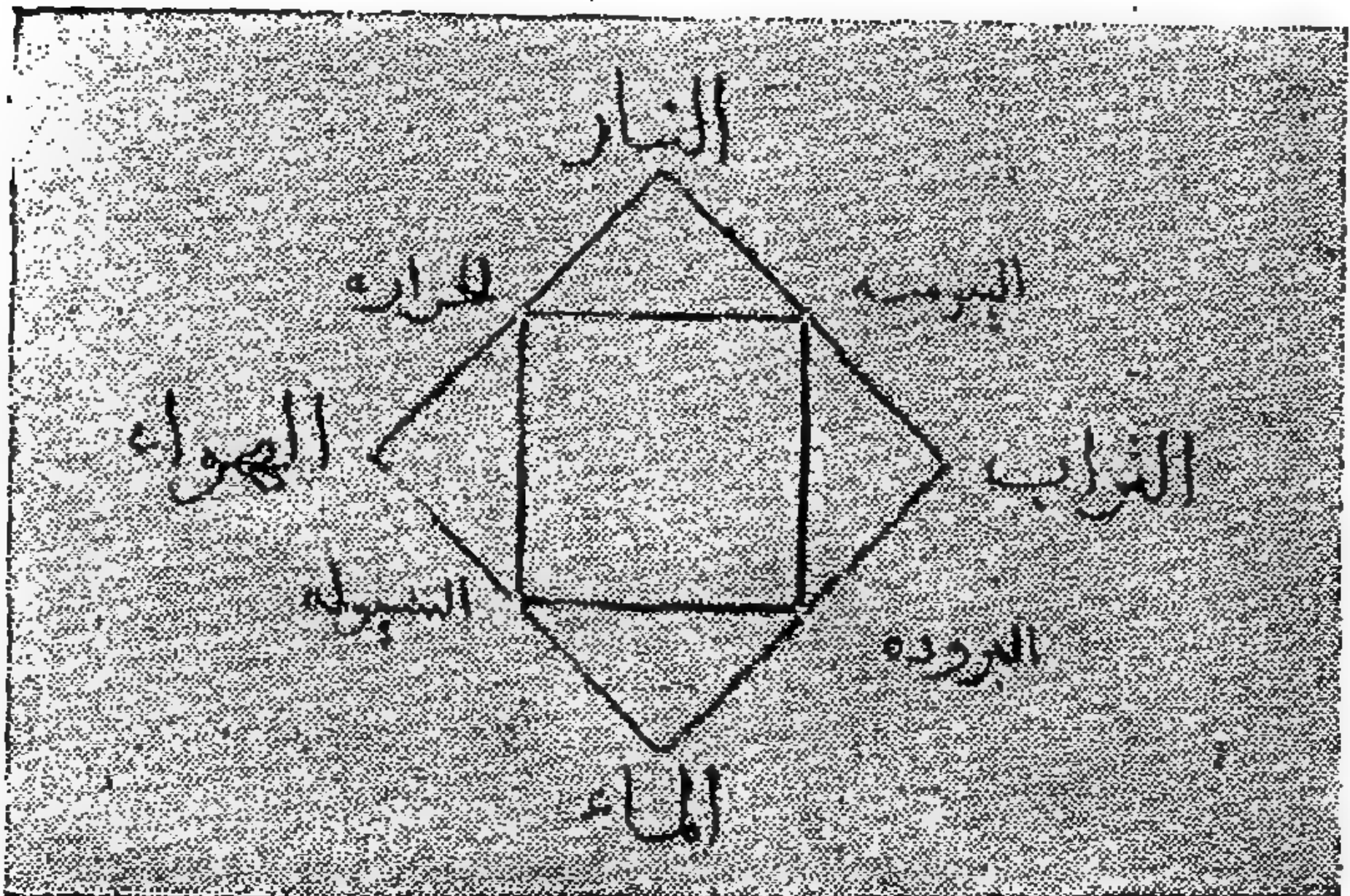
الباب الأول

١

العناصر الأربعة

تعال معي أرجع بك عبر القرون . . إلى غابر العصور أيام كان الإغريق والرومان أئمة العالم وقادة الفكر . . أيام سطعت من بلادهم شمس المعارف وأنوار العرفان فعمت سائر الأمم . . ففي هذه العصور البعيدة ظهرت الفكرة الأولى عن العناصر . فمنذ ٤٦٠ سنة قبل ميلاد المسيح قال طاليس Thales إن الماء هو أصل كل شيء . . وكانت تعاليم أناكسيمينيس Anaxemenes منذ ٥٦٠ سنة قبل الميلاد تقول إن الهواء هو أصل الكائنات . بينما قال هيراقليطيس Herakleitos منذ ٥٣٦ سنة قبل الميلاد إن النار هي أصل كل شيء . وفي الفترة من ٤٩٠ — ٤٣٠ ق.م. ظهرت نظرية العناصر الأربعة وكان أول من بشر بها هو إمبيدوكليس Empedokles فقد قال إن كل شيء في الكون مركب من عناصر أربعة هي النار والهواء والماء والتراب . . ثم جاء أرسطو (٣٨٤

— ٣٢٢ ق.م.) فلخص فلسفة المفكرين الأولين وقال إن جميع الأشياء مهما تباينت واختلفت في الخصاص والتركيب يرجع أصلها إلى مادة بدائية سماها الهولي Hylé فجميع الأشياء يدخل في تركيبها هذا الهولي مع عناصر الكون الأربعة كلها أو بعضها . بل ذهب أرسطو في فلسفته إلى أبعد من ذلك فقال إن هذه العناصر تحوى في الحقيقة أسساً تكسب المادة المكونة منها خصائص مميزة ومن هذه الأسس اختار الحرارة والبرودة والسيولة واليبوسة . . وأن كل عنصر من العناصر الأربعة ينتج من اتحاد زوجين من هذه الأسس كما هو موضح في التخطيط التالى : —



وقال إن الأجسام التي من خصائصها السيولة أو البرودة
عنصرها الماء والمواد التي من خصائصها الحرارة أو اليبوسة
عنصرها النار وهكذا .

وأضاف من جاء بعده من المفكرين — إلى العناصر
الأربعة — عنصراً خامساً غير منظور (الأثير) وقالوا إن
المصادر الطبيعية لهذه العناصر هي الأرض للتراب والبحار للماء
والجو للهواء والسماء لأجرامها للنار والأثير .

أما أفلاطون (٤٢٧ — ٣٤٧ ق . م) وأتباعه فقد افترضوا
في مذهبهم في خلق الكون أن النار والهواء والماء والتراب وجدت
كلها مصداقة ولم توجد بفعل فاعل . . وأن الأرض والشمس
والقمر والنجوم فطرت من هذه العناصر الجامدة التي لا روح
فيها والتي تتحرك بالمصادقة البحتة والقوى الكامنة فيها .
فخلق الكون بما فيه من حيوان ونبات إنما حصل عن هذه
العناصر وحدها ولم يصنع صنعاً . . فهو لم يخلق بفعل
عقل أو فعل إله . . بل خلق بالطبيعة والمصادقة فقط .
وهذه الآراء وغيرها مما سيلي في الصفحات التالية وإن كان
لا يعتد به اليوم لما عرف من الحقائق التي تنقضها كما لا يعتد
بآراء بطليموس Ptolemaeus في ثبوت الأرض ودوران الأرض
حولها بيد أن عدم الاعتداد بمثل هذه الآراء لا ينفي ما تأتي

عنها من جليل النفع وعظيم الفائدة . . فالعلوم لم تتسع ولم ترتق إلا بعد أن ارتأى العلماء والفلاسفة الآراء لتعليل الحقائق والمشاهدات ومحصولها هم وغيرهم للتحقيق من صحتها أو بطلانها فإذا وجدت بعد البحث والتمحيص كاذبة أو غير مدعمة بدليل بطلت فيغلق بإبطالها باب من أبواب الخطأ وربما فتح بهذا الباب باب من أبواب الصواب التي تهتدى فيها العقول إلى اجتلاء الحق المبين .

وظل الاعتقاد بصحة العناصر الأربعة سائداً حتى نهاية القرن الثامن عشر . . ولا يزال الكتاب والروائيون إلى يومنا هذا يطيّب لهم أن يصفوا ثورة الطبيعة بقولهم .
« غضبت عناصر الكون . . فزجرت الرياح وهاج البحر وقصفت الرعود والتمعت البروق » .

٢

الأكسير - حجر الفلاسفة

في عام ١٨٢٨ ميلادية اكتشفت في إحدى مقابر طيبة حزمة من أوراق البردي بعضها الآن في مدينة ليدن ويعرف ببردى ليدن Papyrus of Leyden والبعض الآخر محفوظ

في مدينة ستوكهولم ويعرف ببردى ستوكهولم Papyrus of Stockholm . وهذا البردى مخطوط باللغة الإغريقية في تاريخ يرجع إلى حوالي ٣٠٠ سنة بعد الميلاد وهو مأخوذ في الغالب عن مصادر مصرية قديمة . . ومما جاء في بردى ليدن ما يلي :-

« يسحق قلر من الذهب وآخر من الرصاص بنسبة جزء من الأول إلى جزئين من الثاني ثم يخلط المسحوق جيداً ويعالج بعد ذلك بشيء من الصمغ . . تغمس حلقة من النحاس في الخليط ثم تسخن . . وتكرر العملية . . وبفضل هذا الخليط تصبح الحلقة النحاسية ولها جميع صفات الذهب الحقيقي » .

وأوراق البردى هذه إن دلت على شيء فإنما تدل على أن الذهب كان مطلب الإنسان منذ أقدم العصور . . وأن الإنسان لم يكتف بما يجده منه خالصاً في الطبيعة بل راح يتحایل على صنعه من خسيس المعادن وما من شك في أن قدماء المصريين قد عابحوا هذا الأمر فقد كان كهنتهم يمارسون صناعة الكيمياء في معابدهم وكانوا يضيفون على هذه الصناعة الكثير من الغموض والأسرار .

وبهت الفكرة الكثير من الفلاسفة والعلماء حتى أنهم سمو

هذا العلم بعلم الحيل أو علم صناعة الذهب . وكان هم
المشتغلين به هو الحصول على مادة لها فعل السحر يمكن
بواسطة تحويل الحديد والنحاس والرصاص والزئبق وغيرها من
المعادن الشائعة إلى ذهب يخطف بسنائه الأبصار . فكثرت .
محاولاتهم لتحضير هذه المادة المثالية التي سموها حجر الفلاسفة
أو أكسير الحياة . فهذه المادة العجيبة تجمعت فيها سائر
آمال البشر ومطامع دنياهم فهي ليست لتدبير الذهب والفضة
فحسب . بل إنها أيضاً تشفى العلل وتمنح من يتناولها نعمة
الشباب الدائم والصحة المستكملة حتى لقد قيل إن نوحاً عليه
السلام قد تناول هذا الأكسير فعمر الدهور الطوال .

ومن طريف ما قيل في هذا الصدد قول الشاعر القديم :

أغيا الفلاسفة الماضين في الحقب

أن يستخلصوا ذهباً إلا من الذهب

أو يصنعوا فضة بيضاء خالصة

إلا من الفضة المعروفة النسب

فقل لطالبيها من غير معدنها

ضيعت عمرك في التنكيس والتعب

وهؤلاء الباحثون عن الذهب وعن أكسير الحياة . وطلاب

الفضة من غير معدنها وإن كانوا قد ضيعوا أعمارهم في التنكيد

والتعب على حد قول الشاعر إلا أنهم في مجهم هذا قد توصلوا إلى معرفة الكثير من حقائق العلم وأصول الصناعة في الصيدلة والتعدين . فهذا براند Brand من هامبورج بألمانيا كان يبحث عن حجر الفلاسفة في البول غير مشمئز ولا متأفف . . . وعكف على بحثه في هذه المادة النجسة راضى النفس وبعزم لا يلين غير أنه لم يحصل على حجر الفلاسفة الموعود وأمكنه آخر الأمر أن يستخلص من البول مادة وجد أنها تنير إذا ما وضعت في حجرة مظلمة فسماها الفوسفور Phosphorous ومعناها حامل النور .

وهكذا اكتشف عنصر من أهم العناصر . . . وكان ذلك عام ١٦٧٤ وما من أحد ينكر ما للفسفور من جزيل الفوائد في الصناعة والطب .

وكان من قول الفلاسفة الأقدمين أيضاً إن المعادن كلها مركبة من مادتي الكبريت والزئبق . وأن اختلاف المعادن يرجع إلى اختلاف النسبة بين هذين العنصرين لذلك اعتقدوا بإمكان تحويل معدن إلى آخر بتغيير هذه النسبة .

وفرق زوزيموس Zosimos بين ما سماه بالأجسام وما سماه بالأرواح فقال إن الأرواح ويقصد بها أبخرة الزئبق والكبريت تؤثر في الأجسام وتحولها . . . وأن الأرواح نفسها قد تأتلف

وتتحول إلى أجسام كما أنه يمكن أن تعود سيرتها الأولى بعملیات مناسبة .

وكان روزيموس يردد قول الفيلسوف القديم كيميس Chymes « الكل في واحد » فيقول إن « الواحد » هو أصل « الكل » فالكل يخرج من هذا الواحد أي أن هناك صلة بين جميع المواد .

٣

الماء والهواء

وجاء فان هيلمونت Van Helmont (١٥٧٧-١٦٤٤ م.) فلم يعترف بنظرية العناصر الأربعة ولا بنظرية أرسطو وقال إن العناصر — في الحقيقة — اثنان فقط هما الماء والهواء . وأن أحداً من هذين العنصرين لا يمكن أن يتحول إلى الآخر . كما عرف فان هيلمونت العنصر بأنه المادة التي لا تتجزأ إلى مادة أبسط . . وأما النار والتراب فغير عنصرين فالنار ليس لها صفات المادة قط . والتراب يمكن تكوينه من الماء . وقد دلل هيلمونت على أن الماء يدخل في تكوين الكائنات بتجربته المشهورة « تجربة الشجرة » .

قال هيلمونت :

« وضعت في وعاء من الخزف (الطين) ٢٠٠ رطل من

التراب التام الخفاف . بللت هذا التراب بماء المطر وغرست فيه
 عوداً من شجرة صفصاف زنته ٥ أرطال . وبعد مضي ٥
 سنوات نمت الشجرة وترعرعت . . . وكنت خلال هذه المدة
 أبلىل التراب بماء المطر أو بالماء المقطر كلما لزم الأمر . .
 وزنت الشجرة بعد ذلك فكان وزنها ١٦٩ رطلا (وقد أسقطت
 من حسابي وزن الأوراق التي تساقطت من الشجرة في فصول
 الخريف) . . جففت التراب الذي في الوعاء بعد ذلك تماماً
 ولما أعدت وزنه وجدته لم يتغير (أى ٢٠٠ رطل) . وعلى ذلك
 يكون ١٦٤ رطلا من الخشب والفروع والأوراق قد تكونت
 من الماء فقط .

وهذه التجربة وإن كانت صحيحة في مشاهداتها إلا أنه
 قد فات على فان هيلمونت الدور الذي لعبه فيها غاز ثاني
 أكسيد الكربون الموجود في الهواء . .

* * *

وقال روبرت بويل Robert Boyle وهو أول من عرف العنصر
 تعريفاً صحيحاً :-

« وأقصد بالعناصر تلك المواد البسيطة التي تدخل في
 تركيب المواد المعقدة . . وهذه الأخيرة يمكن تبسيطها إلى
 عناصرها » .

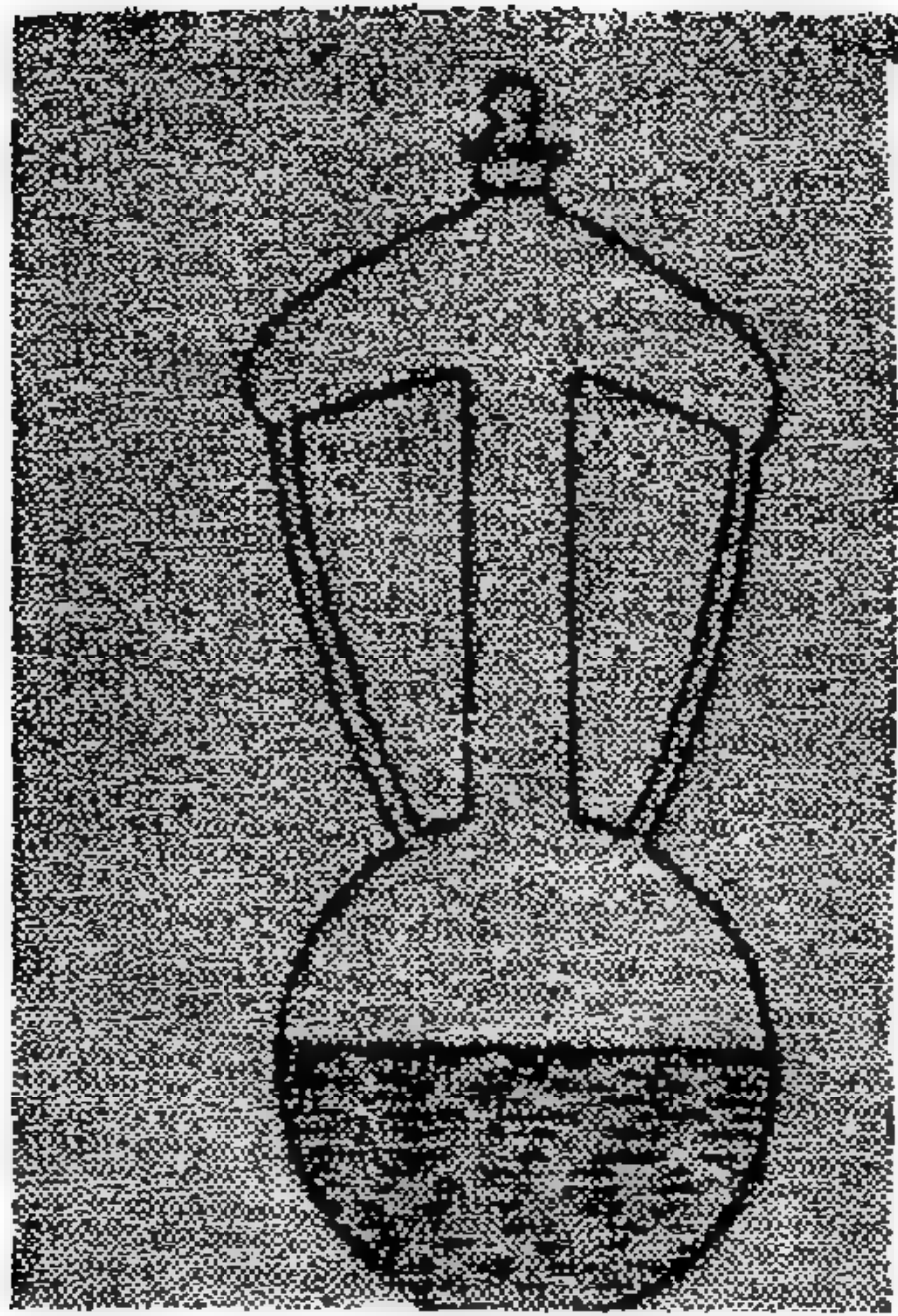
وقال أيضاً : —

« والعناصر نفسها تتركب من دقائق . . وإن الاختلاف في خواص العناصر يرجع إلى أشكال وحركات هذه الدقائق » .
ولقد أعاد بويل تجربة الشجرة بيد أنه اختلف عن فان هيلمونت في تفسيره للزيادة التي طرأت على الشجرة إذ قال إن معظم هذه الزيادة جاءت من جسيمات متناهية في الصغر تسبح في الهواء .

وكان كثير من الكيميائيين يؤيدون زعم فان هيلمونت القائل بأن الماء يتحول إلى تراب مدلين على ذلك بأن الماء المقطر إذا ما بخر في إناء زجاجي ترك بعض الرواسب فجاء لافوازييه Lavoisier وهدم بتجربته التالية هذا الزعم .

وزن لافوازييه قنينة زجاجية كالموضحة بالرسم التالي ثم وضع بها قدرًا معلومًا من الماء المقطر . . سخن القنينة بالتدريج مع رفع الغطاء من وقت لآخر . . ثم أحكم سدها أخيراً وتركها تحت درجة حرارة بين ٦٠ — ٧٠ ريمور Reaumur لمدة ١٠١ يوم .

فحص لافوازييه الجهاز بعد ذلك فوجد رواسب في قاع القنينة فما هذه الرواسب ومن أين جاءت ؟



إنها الرواسب التي زعم فان هيلمونت ومن ذهب مذهبه أنها
تكونت من الماء

ترك لافوازييه الجهاز يبرد . وزن القنينة فوجد أن وزنها
مساوياً تماماً لوزنها قبل بدء التجربة . . أفرغ الماء والرواسب
ثم وزن القنينة فارغة فوجد الوزن ينقص عما كان عليه قبل
بدء التجربة بقدر $17\frac{4}{1}$ قمحة . . !

فما هذا النقص ؟

نحر لافوازييه الماء فحصل على رواسب أخرى تخلفت عن
البخر قدرها $15\frac{1}{4}$ قمحة أما الرواسب الأولى فكانت تزن
بعد تجفيفها $4\frac{1}{1}$ قمحة .

أى أنه حصل على رواسب قدرها $15\frac{1}{2} + 4\frac{1}{2} = 20\frac{1}{2}$ قمحة .
 أى بقدر ٣ قمحات زيادة عن النقص فى وزن القينة
 بعد التجربة . . وهذه القمحات الثلاث هى وزن مقدار من
 الماء ظل بالرواسب التى لم تكن قد جففت تماماً . .
 ولو كان فى مكنة لافوازييه أن يحصل على الرواسب تامة
 الجفاف لوجد وزنها يساوى $17\frac{1}{2}$ قمحة تماماً أى مقدار الوزن
 الذى فقدته القينة وهو مقدار الزجاج الذى ذاب منها فى
 الماء خلال التجربة .

وكان ذلك فى عام ١٧٧٠ م .

* * *

وبعد ففكرة تحويل المعدن الحسيس إلى آخر نفيس جاءت
 إلى أفكار الفلاسفة والمفكرين القدامى من تأملاتهم فى مشاهدات
 الطبيعة . . فالنبات أول ما يكون بذرة صغيرة والشجرة الكاملة
 بما تحويه من أوراق وأزهار وثمار تختلف تمام الاختلاف
 عن هذه البذور . . والحيوان ينمو بعد أن كان جنيناً فيزداد
 مع الزمن قوة وكمالاً والحيوان الكامل يختلف تمام الاختلاف
 عن هذا الجنين . .

إذن فهناك درجة كمال فى كل من المملكتين النباتية
 والحيوانية . . ! !

فلماذا لا يكون هناك مثل هذه الدرجة للجهادات . . ؟
 إن من المعادن ما يختفى في الأحماض وما يتلف بالنار ومنها
 ما لا يتأثر بالأحماض ولا بشديد الحرارة فمعدن من النوع الثاني
 أفضل — بلا شك — من معدن من النوع الأول . . وكما أن
 البذرة التافهة يمكن تحويلها تحت ظروف ملائمة إلى
 نبات قوى والنبات نفسه إذا ما تعهدناه بالعناية يزداد فضلاً
 وكمالاً . . كذلك المعدن التافه الرخيص إذا ما تعهدته يد
 إنسان ماهر يتحول بالتدريج إلى معدن نفيس نافع . . .
 وجاء بعد ذلك الكيميائيون الأوائل فأيدوا هذا القول بل
 زادوه إيضاحاً بأن قالوا « إذا كان هذا شأن كل من
 مملكتي النبات والحيوان فإن الجهادات — وهى أقلهما كمالاً
 تكون أكثر استجابة للتحول من درجة إلى درجة أفضل . . »
 على أن هذه الأقوال التى لم تدعم بدليل لم تصمد طويلاً
 أمام مباحث المجددين من العلماء الذين أثبتوا ببراهين علمية
 ثابتة بطلان معظمها . . فكل نظرية لا تستند إلى أصل ثابت
 لا يؤخذ بها حتى يظهر بالدليل الملموس صحة هذه النظرية
 أو بطلانها . . وصاحب أمثال هذه الفروض — فى نظرهم —
 صاحب أنصاف حقائق . . وصاحب أنصاف الحقائق لا يعد
 أبداً من العلماء الباحثين .

الباب الثاني

١

زكية الكيمياء

لنتخيل زكية كبيرة بها أشياء كثيرة . ولتكن هذه الأشياء كرات من الخشب وقطع مختلفة الأشكال والأحجام من الحديد والرصاص وقصاصات من الورق وقدر من حب الفول والتمس والشعير . . وأكياس مختلفة بها مسحوق السكر والشاي والنشا ومسحوق القرفة والدقيق . . لنتخيل مثل هذه الغرارة المملوءة بمثل هذه الأشياء . لن نأخذ منها شيئاً ولن نضيف إلى ما بها شيئاً . . ودعنا نكلف أحد الأشخاص أن يفحص أحد هذه الأشياء جيداً وأن يدقق فيه النظر . . ليكن هذا الشيء أحد الأكياس المملوءة بالدقيق . . لنطلب منه بعد ذلك أن يعيد الكيس إلى مكانه في الغرارة وأن يدير وجهه عنها . . ودعنا نكلف شخصاً آخر أن يعيث عبثاً خفيفاً بكيس الدقيق كأن يأخذ منه قدراً ويضع بدله شيئاً آخر من محتويات الزكية أو أن يضيف هذا الشيء دون أن يمس الدقيق . .

أو لا يفعل شيئاً من هذا ويكتفى بأن يخط بقلمه على ورق الكيس خطأ رفيعاً جداً . . إن تغيراً قد حل بالكيس بلا ريب . . فلنطلب من صاحبنا الأول أن يعود إلى الزكية وأن يفحص كيس الدقيق ويحدثنا عما حل به .

يا له من مطلب . . ! !

إذا كان الشيء الغريب الذى وضع فى الكيس يخالف الدقيق فى شكله وقوامه ككرة من خشب أو قطعة من رصاص كان الحكم فى هذه الحالة للعين كما أن الحكم يكون للميزان فى حالتى النقص والزيادة . . ولكن ماذا لو كان ما أضيف إلى الدقيق شيء يشبه تمام الشبه كمسحوق السكر أو النشا . . ؟ ثم ماذا لو كان وزن ما أخذ من دقيق الكيس مساوياً تماماً لوزن الشيء الغريب الذى أضيف إليه ؟ فى هاتين الحالتين لا تجدى العين مهما دقت ولا الميزان مهما حس ويتعين على الرجل أن يكون دقيق الملاحظة وأن يكون ملماً بخصائص كل ما فى الغرارة من أشياء . وفى مكتبته أيضاً أن يفرق بين خليط من مسحوق النشا والدقيق وبين الدقيق الخالص . . وهذا لا يتأتى له مهما بلغ من الحذق والمهارة إلا إذا أعان حواسه بأدوات مما أتاحها لنا العلم الحديث .

وهذا هو عمل الكيميائى اليوم . . بيد أن زكياته ليست

غرارة بها كرات الخشب وقطع الحديد وحب الفول والترمس .
إنها أكبر من ذلك وأضخم بكثير . وتحتوى على أشياء أهم
من هذه وأعظم خطراً . . .

إن زكوية الكيمياءى هى الأرض . . . مصدر العناصر وأما
العجوز . . .

ومن المواد التى فى زكوية الكيمياءى اجتمع نيف وتسعون
مادة عجز الكيميائيون حتى يومنا هذا بما لديهم من عديد
الوسائل والعدة عن أن يستخلصوا منها مواداً أبسط . . . ومن
هذه المواد أو العناصر ينتج جيش عرمرم من المركبات
منها ما هو من عنصرين ومنها ما هو أكثر تعقيداً يتركب من
ثلاثة عناصر أو أكثر .

ومن العناصر المعدنية (الفلزية) النحاس والذهب والحديد
والرصاص والفضة والقصدير والزنك والألمنيوم وكلها من المعادن
الشائعة وتدخل فى كثير من الصناعات الهامة التى لا نستغنى
عنها . . . ومن المعادن النادرة الأنتيمون والبزموت والكوبالت . .
وهناك أكثر من أربعين عنصراً أخرى تدخل فى طائفة
المعادن .

ومن العناصر الغير معدنية (اللافلزية) اليود والفسفور

والكبريت والكربون^(١) والماس هو الكربون في أنقى صورته . .
ومن العناصر أيضاً عشرة في الحالة الغازية تحت درجتى الضغط
والحرارة العاديتين . وهذه الغازات هى الهيدروجين وهو غاز
غاية فى اللطف والخفة . يشتعل ولكن لا يساعد على الاشتعال .
والأكسجين ويقال له أيضاً الغاز الفعال لأن الأجسام تشتعل
فيه بوهج وشدة . والأزوت أو النيتروجين ويقال له الغاز
الحامل لأنه لا يشتعل ولا يساعد على الاشتعال ولأنه لا يتحد
مع غيره من العناصر إلا بصعوبة . وهذه الثلاثة لا لون لها
ولا رائحة . وغاز الكلور وله لون أزرق مصفر ورائحة كريهة
ممقوتة . وغاز الفلور وله نفس لون الكلور وهو أنشط العناصر
على الإطلاق وأكثرها اتحاداً وألفة . أما الخمسة عناصر
الغازية الأخرى فهى الهليوم والنيون والأرجون والكريبتون والزينون
وهذه الغازات الخمس عناصر غاية فى الكسل فهى لا تتحد
مع غيرها من العناصر مهما تحايلنا عليها لذلك سميت بمجموعة
الصففر أو مجموعة العناصر البليدة . . .

وماذا أيضاً فى زكية الكيمياء ؟

هناك عنصرى الزئبق والبرم وهما سائلان فى درجة الحرارة
العادية . . أولهما واحد من المعادن كثيف رجراج فى لون الفضة

(١) يلعب عنصر الكربون دوراً هاماً فى حياتنا لذلك أفردنا له باباً خاصاً .

السائلة . . وثانيهما سائل أحمر اللون ثقيل له رائحة نفاذة مؤذية أشد قبحاً من رائحة الكاور . . ثم هناك البورون وهو عنصر يستخلص من البورق (البوراكس) وعنصر السليكون (أصل الرمل) والسليسيوم وهو عنصر له الكثير من الخصائص الكيميائية لعنصر الكبريت . .

والعناصر هي أحجار البناء لكل ما في الكون . . فالأرض يابسها ومائها . وأجرام السماء وسائر المخلوقات ما يدب منها على الأرض وما يعيش في الماء أو يسبح في الهواء . . والهواء نفسه . . كل هذه مركبات من عنصرين أو أكثر . والعناصر ومركباتها في تفاعل مستمر ما دامت تجد الظروف الملائمة لذلك فهناك تفاعل العناصر مع العناصر وتفاعل العناصر مع المركبات . وتفاعل المركبات مع المركبات . . وخير مثل نضربه لذلك أجسامنا وما يجري بداخلها من تفاعلات . فنحن نستنشق الهواء الذي يمد الجسم بعنصر الأوكسجين . وهذا يتفاعل في الداخل مع مركبات الكربون والهيدروجين والأزوت مكوناً معها مركبات جديدة . ومن هذه الأخيرة ما يدخل بدوره في مركبات جديدة أكثر تعقيداً بعضها يبقى في الجسم لحاجته إليها والبعض الآخر يخرج منه مع هواء الزفير أو بوسائل أخرى .

وما يجرى على الكائنات الحية يجرى على الأرض التي تعيش عليها هذه الكائنات فإن هذه الأم العجوز تزداد كهولة على مر السنين لأن المركبات التي تحويها تتحول من مركبات معقدة إلى أخرى أكثر تعقيداً . . ولما كانت سنة الله أن يسير كل شيء إلى مستقر وغاية فإن هذه المركبات ستصل حتماً ذات يوم أو ذات قرن إلى درجة من التعقيد بحيث تتعذر على الأرض الحياة .

ولعل الزمن قد بلغ بالقمر هذه الدرجة فلا تفاعلات كيميائية تجري فيه وهو نخلو من الحياة والأحياء .

ولا تحسبن أن تفاعل العناصر واتحاد بعضها ببعض يحدث بلا رابط أو حساب . ولكنه يجرى تحت ظروف خاصة ملائمة من الضغط والحرارة والرطوبة . . وفي حدود قوتين ثابتة لا تتغير أبداً . . فهذه التفاعلات التي تجري في أجسادنا وفي كل كائن حي . . وفي الأرض ظاهرها وباطنها . وفي الهواء المحيط بنا . وفي أعماق الفضاء كل هذه التفاعلات تجري وفقاً لنواميس لا تحيد عنها وينسب لا تتغير . . ف سبحانه الله خلق كل شيء وجعله يجرى بحساب ومقدار .

٢

العناصر الغازية

١ - غازات الهواء

يحيط بالأرض التي نعيش عليها بحر من الغازات نسميها الهواء . . والهواء مادة وإن كنا لا نراها إلا أننا نحس بوجودها فهو يغمر كل شيء على وجه الأرض ويعلو فوقها أميالا عديدة . ثم هو يتخلل أدق المسام ويملأ أصغر الخلايا فهو محيز فلا يشغل وجسماً آخر حيزاً واحداً في وقت معاً . . . وللحواء ثقل أو ضغط ومقدار ثقله أو ضغطه على كل عقدة مربعة من سطح الأرض ٦ أقات وعلى جسم الإنسان المعتدل القامة ٦٠ قنطاراً وثقله على سطح الأرض كله كقدر ثقل بحر من الزئبق يغمر الأرض كلها ويرتفع عليها ٣٠ عقدة فإذا راق لك - أيها القارئ أن تحصى هذا الثقل الهائل فاعلم أن السنتيمتر الواحد من الزئبق يزن ١٣,٦ من الجرامات وأن العقدة تعادل حوالى ٢,٥ من السنتيمترات . غير أن هذا الضغط الجبار تحكمه قوة تعادله تماماً هي قوة الحرارة حتى أنه مع ثقله العظيم هذا لا يكسر أضعف الأغصان ولا يقطع

أدق الخيوط فياها من حكمة خالق مبدع خلق، هذه القوة العاتية وقيدتها بهذا القدر من الإحكام والدقة ١ ١ .

وقد كان القدماء يعتقدون أن الهواء واحد من العناصر وجهلوا أنه مؤلف من غازات عدة حتى جاء كيميائيو هذا العصر فهدموا هذا الاعتقاد وبينوا أن هذا الهواء الكروى مجموعة من الغازات إن كانت تتشابه في أنها لا ترى بالعين المجردة إلا أنها تختلف عن بعضها تمام الاختلاف في الخواص والصفات .

وأهم العناصر الغازية وأخطرها شأناً هو غاز الأوكسجين . وهو العنصر الفعال في الهواء فبدونه لا يجرى في الإنسان أو الحيوان نفس ولا تشعل نار ولا تدار آلة . . وهو خمس الهواء جرماً . أما الأربعة أخماس الأخرى فيشغلها (تقريباً) غاز يعرف بالأزوت أو النيتروجين وهو عنصر الهواء الغير فعال وكل صفاته سلبية بالنسبة إلى صفات الأوكسجين ففيه لا تجرى حياة ولا توقد نار . والأزوت على شيء من الكسل غير قليل فليس له أى تأثير يذكر على كثير من المركبات كما أنه لا يتحد مع غيره إلا بصعوبة وفي ظروف ملائمة وبوساطة خاصة فهو يتحد في مثل هذه الظروف بعنصر الأوكسجين مكوناً ما يسمونه بحامض الأزوتيك أو النيتريك (وهو ما

يعرف بماء الفضة) وهو من أقوى الحوامض وأخطرها. الفرق بين هذا الحامض الجهنمي وبين الهواء (وكلاهما أوكسجين ونيتروجين) أن الأوكسجين والنيتروجين في الأول متحدان اتحاداً كيميائياً لا يتم إلا في ظروف خاصة . بينما هما في الثاني ممتزجان امتزاجاً . وهذا أوضح الأمثلة على الفرق بين الاتحاد والمزج . فلو تخلى النيتروجين عن صفاته السلبية هذه — لا قدر الله — واتحد بالأوكسجين اتحاداً كيميائياً في سهولة ويسر وبلا وساطة لاستحال في الجو حامضاً فتاكاً ولأمطرا ماء الفضة شواظ من نار تحرق الأرض وما عليها .

ومن فوائد النيتروجين أيضاً أن وجوده بهذه النسبة قد حده من مساعدة الأوكسجين على الاحتراق . فالواد تحترق في الأوكسجينِ الصّرف بشدة وسرعة مروعتين . . . ووجود النيتروجين ممتزجاً به يضعف هذه الخاصية ويبقى له من الفعل ما يكفي لقضاء مصالح البشر . ولولا ذلك لأكلت النار الأرض ولم تبق ولم تذر

فالهواء — إذن — ضرورى لاشتعال الأجسام . . فإذا وضع جسم مشتعل في إناء مسدود انطفأ سريعاً لأن احتراق الأجسام هو اتحاد عناصرها بالأوكسجين الذى في الهواء اتحاداً كيميائياً . وما اللهب الذى نراه إلا نتيجة لهذا الاتحاد

والهواء أيضاً ضرورى لحياة الحيوان بأنواعه . فإذا ما سد أنف حيوان وكذلك فمه حتى لا يدخلهما الهواء مات لتوه . وفى جسم الإنسان معمل كيميائى فهو يستنشق الهواء فيتحد أوكسجينه بالكربون الموجود بالجسم اتحاداً كيميائياً مكوناً غاز ثانى أوكسيد الكربون (حامض الكربونيك) يخرج من الجسم مع هواء الزفير وينشأ هذا الاتحاد الكيميائى حرارة . . وهذا هو السبب فى أن أجساد الحيوانات الحية أسخن دائماً مما يجاورها من الجحادات . . فإذا ماتت أى انقطع نفسها بطل هذا الفعل وأضحت أجسادها باردة مثل ما يجاورها تماماً . وهذا العمل الجارى فى جسم الإنسان أو الحيوان هو نفس العمل الجارى فى احتراق الشمعة فإن أوكسجين الهواء يتحد بكربون الشمعة وينشأ عن هذا الاتحاد نفس الغاز الكربونى . . فإذا ما شبهنا الحياة بسراج مشتعل لم يكن ذلك مجازاً شعرياً بل حقيقة راهنة . . وإن قلنا إن هذا الجسد حى فعنى ذلك أنه يتحد بالأوكسجين تماماً كالسراج المشتعل فإذا بطل هذا العمل فقد الجسد حرارته وانطفأ سراج الحياة . والاشتعال عمل دائم يجرى فى كل زمان ومكان فالإنسان وسائر المخلوقات الحية تتنفس منذ وجدت الحياة على الأرض . . والنيران منذ عرفها الإنسان توقد للطبخ والاستصباح والاستدفاء

وإدارة الآلات . . . وفي عمليتي التنفس والاشتعال يتحد
أوكسجين الهواء بالكربون الموجود بأجسامنا أو بالجسم المشتعل
مكوناً غاز حامض الكربونيك . . . فإذا سألنا لماذا لا يقل تبعاً
لذلك كمية الأوكسجين التي بالهواء . ؟ بل لماذا لا تتحول كلها
إلى غاز حامض الكربونيك هذا . . . ؟ قيل لنا إن الله القادر
على كل شيء أمر النبات أن يأخذ هذا الغاز من الهواء فيحمله
في نور الشمس إلى عنصريه الكربون والأوكسجين فيحتفظ
بالأول غذاء له ويعيد الثاني إلى الهواء وطنه الأصلي . . . وهذه
المبادلة العجيبة جارية دائماً بإذن الله فيبقى الهواء صالحاً لحياة
الحيوان والنبات جميعاً . . . فما هي حكمة حكماء الأرض بجانب
حكمة الإله السرمدي الذي خلق لنا الهواء وجعل أوكسجينه
فعالاً يحرق الأجسام حرقاً حتى الحديد أصلبها وأقساها . . .
ولكن فعله هذا يتكيف بعنصر النيتروجين حتى يصير
الأوكسجين أصدق الأصدقاء للإنسان ومصدراً للحرارة
والنور . . . ! !

والوقود الذي نشعله للحرارة والنور من حطب وزيت ودهون
يحترق في أوكسجين الهواء ويستحيل إلى حامض كربونيك
وبخار ماء وكليهما غازين شفافين خاليين من الطعم واللون
والرائحة يصعدان من الوقود المشتعل غير منظورين ويتفرقان

فى الهواء خلافاً لما يحدث من احتراق أكثر المواد من غير
الوقود إذ يحدث من اتحاد هذه الأخيرة بالأكسجين مواد جامدة
وعلى هذا النحو تكونت قشرة الأرض فنصف وزنها تقريباً
أوكسجين . . ولو نتج من احتراق وقودنا مواد جامدة لانطفات
النار فى التو بالحوامد المتكونة . . ولو حدث من هذا الاحتراق
غاز خائق كذلك الذى يحدث من احتراق الكبريت مثلاً
لما أمكننا إضرام النار ولا سكنا الديار التى توقد فيها . .
ولكن المواد المستعملة وقوداً تتركب من كربون وهيدروجين يتحد
كلاهما بأوكسجين الهواء فيتحول أولهما إلى غاز حامض الكربونيك
كما أسلفنا وثانيهما إلى بخار الماء ويصعدان فى الهواء . .
ولا تنهى حكمة ربك وفضله العميم للبشر عند حد . .
فهو يأمر أوراق النبات أن تستخرج الكربون من حامض
الكربونيك وتعيده حطباً ووقوداً كما كان لكى يستخذه
خلفاء الذين أوقدوه . . كما يرسل الرياحُ بشراً بين يدي رحمته
فتلم شمل بخار الماء الذى ينزل على الأرض ماء مباركاً يسقى
حيوانها ويحيى نباتها .

ولا يقتصر النبات فى غذائه على غاز حامض الكربونيك
والماء فحسب لأنه لو اقتصر على ذلك لما تكون فيه غير خشب
ونشا وسكر وكلها مواد (كربوهيدراتية) تتركب من كربون

وهيدروجين . ولكنه يتغذى أيضاً بالنوشادر الذى يصعد غازاً فى الهواء من المواد الحيوانية البالية فتمتصه الأمطار وتنزلها للنبات الذى يتغذى بها ويدخرها للحيوان إذ ليس فى مكنة هذا الأخير أن يتناول المواد الغير عضوية ويحولها إلى مواد عضوية أما النبات ففي مكنته ذلك فيأكله الحيوان فتنتقل هذه المواد إلى بيئته فكأن النبات وسيط يتكون فيه غذاء الحيوان من غازات الهواء وبعض عناصر الأرض .

ويموت النبات وترجع عناصره إلى الهواء لكى تدخل نباتاً آخر أو تدخر فى الأرض لكى يستعملها الحيوان . . ويموت الحيوان فينحل كما تتركب وترجع عناصره حيث كانت فيعود غاز حامض الكربونيك والماء والنوشادر إلى الهواء فيأخذها النبات ومنه إلى الحيوان وهكذا حتى يرث الله الأرض وما عليها .

* * *

٢ — غازات الماء

إن الهواء الذى كان القدماء يعتبرونه غازاً بسيطاً أثبت المحدثون أنه مؤلف من الأوكسجين والنيتروجين وحامض الكربونيك

وبخار الماء . . ولم يكن خطأهم في أمر الهواء بعد أن ظهر أنه مزيج لا عنصر بسيط أعظم منه في أمر الماء عندما تبين بالبرهان الساطع أنه مركب من غازين يختلفان عنه في صفاتهما وفي حالتها الغازية كل الاختلاف وليس بينهما وبين الماء من تشابه سوى قابليتهما للتحويل إلى السيولة بالضغط العظيم والتبريد الشديد وهذان العنصران هما الأوكسجين والهيدروجين .

والهيدروجين وإن كان أوائل المشتغلين بصناعة الكيمياء حضروه في تجاربهم على المعادن والأحماض إلا أنهم لم يميزوه أو يدرسوه درساً حقيقياً كما يدرس عنصر من العناصر أما الفضل في اكتشافه فيرجع إلى كافندش Cavendish الذي برهن عام ١٧٨١ على إمكان توليد الماء من جمع غازي الهيدروجين والأوكسجين . . وتبعه بعد ذلك جاي لوساك Gay-Lussac فأثبت عام ١٨٠٥ أن الغازين يتحدان بنسبة كيلين من الهيدروجين إلى كيل واحد من الأوكسجين ويكونان ماء .

والهيدروجين ألطف العناصر وأخفها فالتر الواحد منه يزن في درجة الصفر وتحت درجة الضغط العادي (٧٦٠ ملليمتر) ٠,٨٩٨ من الجرام أي أن كل ١١,١٥٧ لتر منه تزن جراماً واحداً . ولحفة هذا العنصر يتخذ قياساً لتقدير كثافة الغازات بدلا من الهواء ولحفته أيضاً يستعمل في ملء السفن

الهوائية (المناطيد والبالونات) .

وهذا الغاز لا لون له ولا طعم ولا رائحة وهو لا يشعل المواد ولا يساعد على إشعالها ولكنه يشتعل . واستنشاق الهيدروجين الصنف لا يؤثر في صحة الإنسان ولكنه يؤثر في الصوت فيضعفه وإن كان يعلى طبقة .

ويوجد الهيدروجين صرفاً في الحالة العنصرية في الشمس وفي مقذوفات البراكين ومواد النيازك . . أما في الأرض فيوجد مركباً مع غيره من العناصر فهو يدخل في تركيب الماء كما رأينا كما يدخل في تركيب الزيوت والخلايا الحيوانية .

وعند اتحاد الهيدروجين بالأوكسجين لتكوين الماء تنتج حرارة شديدة فاتحاد كيلوجرام واحد منه بالأوكسجين يولد حرارة قدرها ٣٤٤٦٢ فرداً حاراً (سعراً حرارياً) والفرد الحار — هنا — هو مقدار من الحرارة يكفي لرفع درجة حرارة كيلوجرام من الماء درجة واحدة . وهذا معناه أن الكيلوجرام من الهيدروجين يسخن ٣٤٤٦٢ كيلوجراماً من الماء درجة واحدة باشتعاله أي باتحاده مع الأكسجين . وهذه الحرارة أشد من أية حرارة تتولد من اتحاد أي عنصر آخر بالأوكسجين . ولهذا يستخدم اللهب الأوكسيهيدروجيني عندما تدعو الحالة إلى حرارة شديدة ويستعمل لهذا الغرض مشعل خاص يعرف بالمشعل

الأوكسيهيدروجينى . وهذا المشعل يجمع الغازين حال اشتعالهما ..
وكانوا قبل استنباطه يمزجون كيلين من الهيدروجين بكيل من
الأوكسجين ويحرقونهما معاً فيفرقان عادة بشكل مهول وقد
تحدث من ذلك أضراراً بليغة .

وهذه الحرارة المتولدة عن احتراق الهيدروجين ما علتها . . ؟
ولماذا نحصل من هذا العنصر الخفيف اللطيف على حرارة
أشد وأعلى من أية حرارة تنتج من احتراق أى عنصر آخر . . ؟
إن الحرارة الحاصلة من احتراق كيلوجرام من الكربون (الفحم)
تعادل ٨٠٨٠ فرداً حاراً فقط وهى أقل من ربع الحرارة الحاصلة
من احتراق كيلوجرام من الهيدروجين . . بل هناك النحاس
الذى لا يعطى الكيلوجرام منه إلا ٦٠٢ فرداً حاراً فقط فلماذا . . ؟
إن تفسير ذلك ليس بالأمر العسير . . فالهيدروجين فى تفاعله
مع الأوكسجين لتكوين الماء يتحد بنسبة وزنين منه وستة
عشر أوزان من الأوكسجين وأما الكربون فى تفاعله مع
الأوكسجين لتكوين حامض الكربونيك يتحد بنسبة اثنى
عشر وزناً واثنين وثلاثين وزناً من الأوكسجين . أى أن :
وزن واحد من الهيدروجين يتحد مع ٨ أوزان من الأوكسجين
ووزن واحد من الكربون يتحد مع $2\frac{2}{3}$ وزناً من الأوكسجين
ولما كانت الحرارة من نواتج الاتحاد بالأوكسجين . فإن كثر

كثرت وإن قل قلت . فالحرارة الحاصلة من احتراق الهيدروجين أكثر من تلك الحاصلة من احتراق الكربون بنسبة ٨ إلى $2\frac{1}{2}$ أى أن الحرارة تتوقف على مقدار الأوكسجين . وبما أن مقدار الأوكسجين الذى يتحد بعنصر ما لا يتغير أبداً فمقدار الحرارة الناتجة من اتحاد وزن بعينه من ذلك العنصر بالأوكسجين لا تتغير أبداً . .

ويتحد الهيدروجين بالأوكسجين أيضاً بنسبة كيلين من كل منهما لتكوين أوكسيد الهيدروجين الثانى (١) وأول من اكتشف المركب رجل فرنسى يدعى لويس ثينارد Thenard عام ١٨١٨ . وهذا الأوكسيد سائل زيتى القوام لا لون له ولا رائحة . له مذاق مر قابض . إذا أصاب الجلد أحدث به هياجاً شديداً . . وهو أثقل من الماء إلا أنه غير مستقر يسرع إلى الانحلال إلى ماء وأوكسجين إذا ما ارتفعت درجة الحرارة ولذا يلزم حفظه فى مكان رطب .

ومن فوائد هذا المركب أنه يستعمل فى قصر الألوان العضوية (أى إزالتها) فهو يستعمل فى تبييض الأقمشة والخيط سيما الحريرية والصوفية . ومحلول هذا الأوكسيد فى الماء أى المخفف به ويطلقون عليه اسم (ماء الأوكسجين) أكثر ثبوتاً واستقراراً

(١) أما أوكسيد الهيدروجين الأول فيطلقونه على الماء .

ويستعمل في تطهير الجروح وفي أغراض التنظيف وصباغة الشعر .

وللهيدروجين قوة اختزالية كبيرة . ولشدة شرهه للاتحاد بالأوكسجين ينتزعه من مركباته وينتفع بهذه الخاصية في استخلاص بعض المعادن من أكاسيدها . فإذا مررنا تياراً من الهيدروجين فوق أوكسيد النحاس المحمى انتزع منه الأوكسجين واتحد به مكوناً ماء وترك النحاس في حالته العنصرية .

وينتفع بخاصية الهيدروجين الاختزالية أيضاً في صناعة تجميد الزيوت Hydrogenation of oils وطريقة هذا التجميد اكتشفها سابتييه Sabatier عام ١٩٠٢ فقد وجد هذا العالم أن الزيوت الحيوانية والنباتية كزيت الحوت وزيت بذرة القطن إذا ما سخنت بلطف في تيار من الهيدروجين مع وجود وسيط معدني كالنيكل تجمدت عند تبريدها . فأما الزيوت الحيوانية فتدخل بعد اختزالها في صناعة الصابون والشموع . وأما الزيوت النباتية فتستعمل في صناعة الدهن الصناعي وهو ما يسمونه الآن (المسلي النباتي) وهي صناعة انتشرت وراجت في بلادنا في هذه الأيام خصوصاً بعد أن عز المسلي الحيواني وارتفعت أسعاره ، ومن المسلي النباتي تصنع الأطعمة ويحضر

الكثير من الحلوى . . وهو نافع للصحة إلا أنه لا يحتوى على فيتامينى ا و د الموجودين فى المسلى الحيوانى واللازمين للجسم . لذلك يجب عند تقديم وجبة من الطعام المجهز بالمسلى النباتى أن يقدم معها بعض عناصر غذائية أخرى تحوى هذين الصنفين من الفيتامينات .

* * *

٣ - الجماعة الكسولة

فى عام ١٧٨٤ كان كافندش يجرى بعض أبحاثه على الهواء الجوى فحبس جرماً معلوماً منه . فى أنبوبة بها محلول البوتاسا الكاوية ثم أرسل فيه تياراً كهربائياً فظهر فى الأنبوبة دخان بنى اللون هو غاز أوكسيد النيتروجين الثانى . وسرعان ما امتصه محلول البوتاسا . . . وعندئذ قل جرم الهواء المحبوس فأدخل كافندش قلراً من الأوكسجين فى الأنبوبة وأعاد إرسال التيار الكهربائى فظهر الغاز البنى اللون واختفى فى المحلول . وكرر هذه العملية حتى انقطع ظهور الغاز البنى تماماً وبذلك تخلص كافندش من معظم الهواء المحبوس . أما الأوكسجين الزائد الذى تخلف بعد هذه العملية فقد تخلص منه كافندش

بمحلول كبريتي (١) غير أنه وجد آخر الأمر فقاعة غازية صغيرة عاصية ظلت في الأنبوبة لا تريم . وعند ما قدر جرمها وجدته لا يزيد عن $\frac{1}{10}$ من جرم النيتروجين .
 حار كافندش في أمر هذه الفقاعة العاصية التي ثبت له أنها ليست من الأوكسجين أو النيتروجين . . وما درى كافندش أنه اكتشف في الهواء عنصراً جديداً .

ومر على ذلك قرن من الزمان .

وفي عام ١٨٩٢ كان لورد رايلي Lord Rayleigh يقوم بأبحاثه على كثافة الغازات فعجب من أمر أعياه تفسيره . . إذ وجد أن كثافة النيتروجين الذي حضره من الهواء الجوى أثقل من ذلك الذي حصل عليه من تحليل النوشادر بفرق قدره $\frac{1}{10}$ وكان لورد رايلي أميناً في أبحاثه دقيقاً في تدوين نتائجها فلم يرض أن يسقط فرقاً صغيراً كهذا من حسابه فكتب إلى مجلة Nature على أحداً من الباحثين الذين يهتم الأمر يدلي برأيه في الموضوع .

ومرت سنتان . . وفي عام ١٨٩٤ علل وليم رامساي W. Ramsay ثقل عينة النيتروجين التي حضرها رايلي من الهواء الجوى باحتمال

(١) محلول Liver of sulpher وهو محلول كبريت في ماء جير وزيت بندر الكتان وبرادة حديد مندادة بالماء .

احتوائها على نسبة صغيرة جداً من غاز آخر أثقل من النيتروجين.. فتعاون العالمان ووحدا جهودهما فحضرا عينة من النيتروجين الجوى وذلك بأن أزالا من حجم معلوم من الهواء غاز ثانى أوكسيد الكربون والأوكسجين وبخار الماء فتبقى النيتروجين وعلى هذا الأخير أجريا بحثهما فمراهم على معدن المغنسيوم فاتحد به مكوناً نيتريد المغنسيوم Magnesium nitride غير أن غازاً تخلف من هذه العملية فلم يتحد بالمغنسيوم وعند فحصه بالمطياف (١) Spectroscope وجد أن له طيفاً يخالف طيف النيتروجين كما أن كثافته عند ما قدرت وجدت أكبر وعندئذ أدركا أن تلك الفقاعة التى طالما عصت كافندش وأعيته عام ١٧٨٤ كانت عنصراً جديداً.

ولما كان هذا العنصر الحديد خاملاً بليداً وليست له أية خاصية كيميائية فقد سمي بغاز الأرجون Argon ومعناه العاطل . وبينما كان رامساي يبحث عن مصدر آخر لعنصر الأرجون غير الهواء الجوى أتاه نبأ من ميرز Miers يقول إن هيلدبراند Hildebrande قد حصل على غاز النيتروجين من خام معدني (٢)

(١) ثبت أن للعناصر أضواء إذا ما حلت بالمطياف تكونت لها طيوف تتميز بها عن بعضها - راجع عيون العلم (اقرأ ٧٥) .

(٢) هذا الخام يسمى Cleveite ويحوى أيضاً ضمن عناصره نسبة من عنصر

الپورانيوم .

فأرسل رامساي أحد أعوانه فاشترى من هذا الخام بما قيمته ٢٠ قرشاً وأقامه على العمل يستخلص النيتروجين من هذا المصدر الحديد وعكف رامساي على النيتروجين الذى حضره مساعده يختبره فحواله جميعه إلى غاز النوشادر بمعالجته بالهيدروجين فى ظروف خاصة غير أنه وجد فى النهاية جرماً صغيراً من الغاز لم يتحول إلى نوشادر .

ترى ما هذا الغاز المختلف ؟ عالج رامساي بالأوكسجين عله يتحد به غير أنه ظل عنيداً لا يتحول قط وأخيراً حله بالمطيف فوجد له طيفاً خاصاً فحار فى أمره وأرسل عينة منه إلى سير وليم كروكس Sir W. Crookes الذى كان أطول باعاً من رامساي فى بحوث التحليل الطيفى غير أن هذا كان مشغولاً فى بحوثه الخاصة فلم يعر غاز رامساي اهتماماً بادئ الأمر وترك عينته أسبوعاً أو يزيد . وفى يوم ٢٣ مارس سنة ١٨٩٥ أ برق كروكس إلى رامساي بالنبأ العظيم . إن هذا الغاز هو الهيليوم Helium العنصر الذى اكتشفه الفلكى لوكير Sir N. Lockyer فى الشمس عندما كان يراقبها وقت كسوفها عام ١٨٦٨ وسمى بهذا الاسم نسبة إليها فكلمة Hélios معناها الشمس . . ويرجع الفضل فى هذا الكشف إلى المطيف فهذه العين السحرية العجيبة مكنت العلماء من معرفة أمور كثيرة كانت

سراً مجهولاً إلى عهد قريب . وبها أيضاً أثبتوا أن الكثير من العناصر مثل الهيدروجين والصوديوم والحديد والنحاس وعناصر أخرى كان المعتقد أنها خاصة بالأرض موجودة أيضاً بالشمس بنفس النسبة الموجودة بها في الأرض . وهذا من أقوى الأدلة على أن الأرض كانت جزء من الشمس انسلخ عنها في الأزمان الغابرة .

وكان لاكتشاف الهليوم في بعض خامات الأرض عام ١٨٩٥ هزة عنيفة في الدوائر العلمية . .

ويوجد الهليوم أيضاً في بعض الغازات الطبيعية التي تخرج من الأرض . ففي كنساس بولاية تكساس بأمريكا يخرج من الأرض غاز طبيعي يحتوي على ١ في المائة من الهليوم كما يخرج هذا الغاز من بعض الأراضي في كندا . . والولايات المتحدة وحدها تنتج من الهليوم ٥٠٠٠٠٠٠ قدماً مكعبة يومياً وسعر القدم المكعبة في تلك البلاد لا يزيد عن قرش صاغ واحد .

* * *

وجد سير وليم رامساي أن الهليوم والأرجون صنوان في البلادة والكسل . ولما كان أحد العلماء قد وضع عام ١٨٦٩ جدولاً للعناصر — كما سنرى فيما بعد — ورتبها في مجموعات أو أسر

يتشابه أعضاء الأسرة الواحدة فيما بينها في الخواص الكيميائية فقد خطر في رأس رامساي خاطر جرىء ! !
لماذا لا يكون في جدول العناصر أسرة من العناصر الحاملة .

ولكن عنصرين فقط لا يكفيان لتكوين أسرة . . فلا بد — إذن — من البحث عن أعضاء جدد .

وعاود رامساي البحث يعاونه ترافرس M. W. Travers وآخرون وكان مجال بحثهم هواء الجو بعد إيسالته . . وقد كللت جهودهم بالنجاح واكتشفوا عنصراً جديداً سموه الكريبتون Krypton ومعناه المختفي .

وتوالى البحث وأضيف لهذه الأسرة العجيبة عضوان آخران هما النيون Neon ومعناه الجديد والزينون Xenon ومعناه الغريب . وأخيراً اكتمل أعضائها باكتشاف عنصر آخر له نشاط إشعاعي مؤقت وهو عنصر الرادون Radon ..

والجدول التالى يبين نسبة هذه العناصر الغازية فى الهواء الجوى : —

الغاز	النسبة بالحجم	النسبة بالوزن
الهليوم	جزء واحد في كل ٢٠٠,٠٠٠ جزء	رطل واحد في كل ٧٢٥ طن
النيون	» » » ٦٥,٠٠٠ » » »	» ٤٤ » » » »
الأرجون	» » » ١٠,٠٠٠ » » »	» ٧٥ » » » »
الكريبتون	» » » ١,٠٠٠,٠٠٠ » » »	» ١٧٣ » » » »
الزينون	» » » ١١,٠٠٠,٠٠٠ » » »	» ١٢٠٨ » » » »

وجميع أعضاء هذه الأسرة أو مجموعة الصفر كما سماها السير وايم رامساي ليس لها أى نشاط كيميائى فهى لا تتحد مع غيرها من العناصر . غير أن العلم لم يتركها على كسلها وبلاذتها بل تحايل عليها حتى استخدمها فى كثير من الأغراض الصناعية . فالهيليوم — كما سبق الإشارة — يستعمل بأمان تام فى ملء البالونات والسفن الطوائية فهو يمتاز عن الهيدروجين الذى كان يستعمل قبلا لهذا الغرض بأنه لا يشتعل . . كما يستخدم الهيليوم أيضاً فى صنع جو مناسب يتنفس فيه الغواصون أثناء القيام بواجبهم . . فالغواص إذا استنشق هواء مسحوباً له من الجو الطبيعى وهو يعمل فى الأعماق البعيدة تحت ضغط الماء ذاب قدر كبير من نيتروجين هذا الهواء فى دمه . وعند عودته إلى سطح الماء ينفصل النيتروجين الزائد فجأة عن الدم

وربما سبب ذلك جلطة دموية قد تؤدي إلى نتائج مميتة . .
أما إذا استنشق الغواص وهو في الأعماق جوا مصنوعاً من
الأوكسجين والهيليوم أمكنه أن يعمل دون خطر لأن الهليوم
يكاد لا يذوب في الدم .

والهيليوم والنيون والأرجون تعطى أضواءً بديعة إذا ما حبست
في أنابيب زجاجية ومرر خلالها تيار كهربائي عالي الفولت
قليل الضغط . وتستخدم هذه الأضواء بكثرة اليوم في الإعلانات
فترها على وجهات المحال التجارية ومطارح اللهو وفي الإعلانات
الضوئية الكبيرة . وغاز النيون يعطي أضواء حمراء بترقالية بينما
الأرجون مع بخار الزئبق يعطي لوناً أزرق يظهر أخضر إذا
ما مر خلال أنبوب زجاجي أغبش . . أما الهيليوم فيعطى نوراً
أبيض يظهر خلال الزجاج الأصفر ذهبي جذاب . . أما
الرادون فلنشاطه الإشعاعي قد يستعمل في أغراض طبية .

* * *

٤ - عنصر الكلور

في عام ١٨٣٤ أقام الملك شارل العاشر ملك فرنسا حفلة
ساهرة في قصر التويلري دعى إليها الكثير من النبلاء وأكابر
القوم . . وأضيئت أبهاء القصر وردهاته بمئات الشموع . .

وبعد برهة فسد جو القصر بغاز مثير نفاذ تولد من احتراق الشموع الكثيرة فضايق ضيوف الملك وعكر مزاجهم .

وفي الحال استدعى الملك شارل العالم دوماس J.B. Dumas وطلب منه تفسير هذا الأمر وتدبير العلاج اللازم .

ونظر دوماس في الشموع . . وجدها بيضاء ناصعة البياض وأدرك كل شيء . . أدرك أن الشموع قد بيضت بالكلور فمن خواص هذا العنصر قصر الألوان (أى إزالتها) فالكلور المتخلف من عملية تبيض الشموع قد اتحد بهيدروجين هذه الشموع عند اشتعالها وتكوّن من هذا الاتحاد غاز مثير نفاذ هو الذى أفسد جو التوليرى وأزعج المدعوين . •

فأما الهيدروجين فقد عرفناه . . فما هذا الكلور وما قصته ؟
في أواسط القرن السابع عشر الميلادى حضر جوهان رودلف جلوبر J. R. Glauber الكيمائى البافارى حامضاً سائلاً سماه حامض المورياتيك . وذلك من استقطار ملح الطعام الممزوج بحامض الكبريتيك . . وقد تخلف من عملية الاستقطار كتلة ملحية سميت « ملح جلوبر » . وهو الملح الذى نعرفه الآن باسم كبريتات الصودا أو سلفات الصودا .

ولم يتمكن جلوبر من معرفة تركيب حامض المورياتيك هذا ولا من كشف عنصر الكلور فيه . وفي عام ١٧٧٤ حصل

شيل C. W. Scheele السويدي على غاز بتأثير أوكسيد المنجنيز مع حامض المورياتيك . بيد أنه اعتقد أن هذا الغاز أحد مركبات حامض المورياتيك مع الأوكسجين . وظل هذا الغاز محسوباً كذلك حتى عام ١٨١٠ عند ما برهن السير همفري دافى Sir H. Davy بالدليل الساطع على أن الغاز الذى حصل عليه شيل مادة بسيطة وعنصراً من العناصر . وسماه الكلور نسبة إلى لونه الأخضر المصفر فلفظة كلور معناها الأخضر .

وعنصر الكلور لا يوجد صرفاً فى الطبيعة ولكنه يوجد على هيئة كلوريدات . ومن هذه الكلوريدات وأكثرها كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وكلوريد البوتاسيوم . والملح الأول غنى عن التعريف والبيان فكلنا يعلم أنه من أهم المواد اللازمة للجسم فهو يدخل فى تركيب الدم . كما أن طعامنا لا يستساغ بدونه . وهو مصدر لكثير من المواد الكيميائية الهامة منها الكلور نفسه وحامض الهيدروكلوريك .

وللكلور رائحة خاصة مهيجة تؤثر فى الأغشية المخاطية وقد يسبب استنشاق المقادير الكبيرة منه الاختناق والوفاة . . وهو سريع الذوبان فى الماء فمقدارين منه ينوبان فى مقدار واحد من الماء فى درجة الحرارة العادية . وهو أثقل من الهواء

بضعفين ونصف ضعف . وله ألفة شديدة للاتحاد بالمعادن
 فإذا ما وضعت فيه وهي مسحوقة اشتعلت بلهب ولعان متحولة
 إلى كلوريدات كما أنه يتحد مع الزئبق مكوناً كلوريد الزئبق
 وهو المطهر المعروف باسم السليمانى . أما ميله الشديد وشرهه
 للاتحاد مع الهيدروجين فيكاد يكون أهم صفاته . ومن هذا
 الاتحاد ينتج غاز حامض الهيدروكلوريك وهو الغاز الذى
 أزعج ضيوف الملك شارل العاشر وعكر مزاجهم فى حفلتهم
 الساهرة .

واتحاد الكلور بالهيدروجين لا يجرى إلا فى أحوال خاصة .
 فالكلور والهيدروجين إذا مزجا بالتساوى كيلا لا يتحدان ما دام
 مزجهما فى الظلام ولكنه عندما يتعرض إلى نور الشمس يتحد
 العنصران فى التو بفرقة شديدة . وإذا وضع المزيج فى نور
 متفرق كنور الغرف يتحدان تدريجاً بدوى فرقة . فنور
 الشمس واسطة كبرى لهذا الاتحاد . . على أن العنصرين
 يتحدان أيضاً بإدخال هب أو شرارة فى مزجهما . وقابلية
 الكلور للاتحاد بالهيدروجين تجعله كثير النفع فهو يستعمل
 فى تبييض القطن والكتان والورق وغيره . وإزالة ألوانها النباتية
 (العضوية) وعملية التبييض هذه لا تتم إلا فى وجود الرطوبة
 (الماء) ففى نور الشمس ينتزع الكلور هيدروجين الماء وتترك

أوكسجينه فيتجرد هذا العمل حال ولادته فيتحده مع كربون تلك الألوان وهيدروجينها ونيتروجينها مكوناً معها مركبات لا لون لها .

ولا تأثير للكلور على الألوان المعدنية (الغير عضوية) ولا على الألوان التي يتوقف سوادها على الكربون كأحبار المطابع .

وتبييض الخيوط بالكلور يكاد يكون مقصوداً على القطنية والكتانية منها فهو لا يؤثر في أليافها أما المنسوجات الصوفية والحريرية فلا تبيض به لأنها أقل احتمالاً لفعله وإنما يستعمل في تبيضها مركب يعرف بحامض الكبريتوز .

ولا يستعمل الكلور الصرف في التبييض لأنه غاز قبيح خائف يسبب الكثير من المتاعب والأخطار للقائمين بالعمل . لذلك يؤثرون عليه أحد مركباته مع الكالسيوم (الجير) ويعرف هذا المركب باسم هيبو كلوريت الكالسيوم وهو ما يسمى عند عمال المصانع ومحال التبييض باسم « مسحوق التبييض » ويحتوى هذا المسحوق على ذرة واحدة من الكالسيوم وذرتين من الكلور . وواحدة من الأوكسجين . ولتحضيره يمر تيار من الكلور على الجير المطفأ .

وللكلور فائدة أخرى ومنته لا ننكرها له فهو مضاد للفساد

والروائح الكريهة وفعله في ذلك كفعله في عمليات قصر الألوان أى أنه يتحد مع الهيدروجين المتصاعد من انحلال المواد العضوية المتعفنة مصدر الروائح الكريهة فيوقف الفساد ويقضى على هذه الروائح . . وليس التطهير بالكلور قاصر على إزالة الروائح العفنة إنما يستخدم أيضاً في القضاء على بعض الجراثيم في تطهير الماء والهواء . فيقلل من شهور الأمراض وويلاتها .

* * *

ومحلول حامض الهيدروكلوريك عرف منذ عدة قرون تحت اسم « روح الملح » فقد عرفه العرب وقدماء الكيميائيين بمزجاً مع حامض الأزوتيك (النيتريك) وسموا هذا المزيج بماء الذهب أو الماء الملكي لأنه يذيب المعادن النفيسة كالبلاتين والذهب والفضة . وأما الحامض الغازى نفسه فلم يعرف حتى أواسط القرن السابع عشر لأن الغازات حتى ذلك الحين كانت تجمع عند تحضيرها فوق الماء وهذا الغاز — كما سبق الإشارة — سريع الذوبان في الماء . وأول من استحضره هو برستلى J. Priestley وذلك بجمعه فوق الزئبق . وفي عام ١٨١٠ أثبت السير همفرى دافى أن هذا الحامض الغازى مركب من الكلور والهيدروجين فقط . وبذلك أفسد الزعم القديم القائل بأن الأحماض لا بد لها من غاز الأوكسجين .

* * *

قلنا إن الكلور يتحد مع كثير من العناصر مولداً ما يعرف بالكلوريدات وهي أملاح يدخل في تركيبها الكلور مع هذه العناصر أو أكاسيدها أو هيدراتها أو بيكربوناتها . . . وللكلور في الخاصية نظائر هي عناصر البروم واليود والفلور لذلك تعرف هذه العناصر الأربعة بالمجموعة الهالوجينية Halogens ومعناها «مولدات الملح» .

* * *

٥ - غاز الفلور

يقال إن أول مركب يحتوى على الفلور قد استخدمه شوانهاردت Sohwanhardt عام ١٦٧٠ م. في التأثير على الزجاج. وهذا المركب هو ما يعرف بحجر دريشير Derbyshire spar خلطه شوانهاردت بحامض الكبريتيك فوجد لهذا الخليط تأثيراً عجيباً في مادة الزجاج .

وفي عام ١٧٧١ حضر شيل عينة لحامض أدرك فيما بعد أن حجر دريشير هو ملح هذا الحامض متحداً بالجير . . . ثم جاء أمبير Ampere عام ١٨١٠ فقال إن هذا الحامض الذى

حضره شيل هو أحد مركبات الهيدر وجين مع عنصر غير معروف
يمثل عنصر الكلور بيد أن قوله هذا ظل فرضاً يعوزه الدليل
حتى جاء دافى فأثبت (في نفس العام) بعد مباحث عديدة
أجراها على هذا الحامض ومقارنته بحامض الهيدروكلوريك
— صحة قول أمبير ومن ثم أطلق على هذا العنصر المجهول اسم
الفلور وسمى الحامض باسم حامض الهيدروفلوريك .

وانبرى الكيميائيون يحاولون الحصول على هذا العنصر
الحديد مفرداً ولكن مساعيهم خابت كلها وظل الفلور عاصياً
على تجاربهم وحيلهم .

ومرت السنون والفلور لا يلبى النداء حتى إذا ما انتصف
عام ١٨٨٦ أو على التحديد في السادس والعشرين من يونيو
من هذا العام أعلن هنري مواسان H. Moissan الأستاذ بمدرسة
الصيدلة بباريس أنه حصل بعد جهود جبارة استنفدت الكثير
من الوقت والمال على بضع فقعات من العنصر في الحالة الصرفة .
وفي الحال طير الخبر إلى أكاديمية العلوم التي شكلت لجنة
لفحص الموضوع وتقديم التقرير اللازم .

والطريقة التي حضر بها مواسان الفلور تتلخص في أنه حلل
بواسطة الكهرباء محلولاً هو حامض الهيدروفلوريك الخاف
(الخالي من الماء) مذاباً فيه ملح فلوريد البوتاسيوم الهيدروجيني

في أنبوبة على شكل « U » مصنوعة من سبيكة من البلاتين والإيريديوم وقد وضع الأنبوبة المذكورة في حمام تبريد درجته - ٢٣ (تحت الصفر) مستعملاً لهذا الغرض كلوريد المثل وذلك لكي لا يتطاير حامض الهيدروفلوريك الذي يغلي عند درجة ١٩ مئوي فقط .

وكان نجاح مواسان في فصل هذا العنصر من الأعمال الباهرة ومن الآثار العظيمة في هذه الصناعة .

وعنصر الفلور غاز له لون أخضر كلون الكلور - يوجد في الطبيعة مركباً مع الكالسيوم في الحجر المعروف باسم حجر دريشير . وفي مياه البحار والينابيع المعدنية كميات ضئيلة منه . كما يوجد أيضاً في عظام ذوات الثدي وأسنانها وفي بعض النباتات . . والفلور هو أنشط العناصر جميعاً وأكثرها اتحاداً وألفة . فهو يتحد بقوة وشراسة مع جميع العناصر تقريباً باستثناء الأوكسجين والغازات الحاملة طبعاً . ولشدة نشاطه إننا حاملنا نفصله من مركبات يتحد في التو مع غيره مكوناً مركبات أخرى . أما ألفته بالهيدروجين فتفوق في شدتها ألفة الكلور ، واتحاده بالهيدروجين يكون في الظلام بفرقة عظيمة لشدة التفاعل . وهو أيضاً ينتزع الهيدروجين من مركباته فإذا ما اتصل بالماء مثلاً تفاعل معه بشدة منتزعاً هيدروجينه . أما فعله في

السليكا (مادة الرمل ويصنع منها الزجاج كما سنرى) فيجدير بالذكر فهو حال التقائه بها يطرد أوكسجينها ويحل محله مكوناً فلوريد السليكون الرابع . ومن هذا يتضح ما اكتشف عمليات تحضيره من مصاعب . فعندما حاول دافى تحضيره في آنية زجاجية بواسطة إحماء فلوريد الفضة الجاف مع غاز الكلور تولد من هذا الإحماء كلوريد الفضة وانفرد الفلور ففعل لتوه في الزجاج متحداً مع السليكا طارداً الأوكسجين . . ولما حاول تحضيره في آنية بلاتينية اتحد عند انفراده بالبلاتين وكون فلوريد البلاتين . وهكذا خابت كل الحيل في تحضيره منفرداً حتى وفق مواسان عام ١٨٨٦ في تحضيره بالطريقة التي سبق ذكرها . .

ومن اتحاد الفلور مع الهيدروجين ينتج حامض قوى قريب في الصفات من حمض الهيدروكلوريك والأحماض التي تجري مجراه غير أنه أقوى منها جميعاً ويمتاز عنها بشدة تأثيره على الزجاج . . ويحضر هذا الحامض من استقطار مسحوق حجر دريشير مع حامض الكبريتيك واستقبال الناتج في آنية معدنية أقل تأثيراً بفعل الحامض . وأكثرها استعمالاً الرصاصية والبلاتينية .

وهذا الحامض سائل عديم اللون له رائحة مهيبة حريفة

خائفة. وإذا سقطت نقطة منه على الجلد قرحته قرحاً بليغاً يتسع ويزداد مسبباً ألماً وإزعاجاً شديداً وقد لا يعالج إلا بقطع الجلد المصاب . . وحتى بخاره إذا ما أصاب الأصابع أهاج ما تحت الأظافر وسبب ألماً مؤلماً . .

ولشدة آفة هذا الحامض بالماء فإنه إذا ما قرب منه اتحد معه محدثاً أزيزاً شبيهاً بذلك الذي يحدث عند وضع الحديد المحمى فى الماء .

ومن أهم الخصائص الكيميائية لهذا الحامض تذيبه السليكا مهما كانت صلابتها لذلك ينتفع به فى تحليل السليكات المعدنية التى لا تتأثر بالأحماض الأخرى . كما ينتفع به فى الكتابة والنقش على الزجاج . وطريقة هذا النقش نورها فى السطور التالية :—

من المعلوم أن الزجاج العادى مؤلف من سليكات الصوديوم أو البوتاسيوم مركبة مع سليكات الكالسيوم أو أوكسيد الرصاص . . فعند فعل الحامض فى الزجاج يتزعج السليكا منه ويبقى أثر هذا الفعل ظاهراً على الزجاج . . . لذلك يحمى الزجاج المراد النقش عليه لدرجة تكفى لإذابة الشمع ثم يذر عليه فتات الشمع حتى يغطيه المذاب تماماً ثم ينقش على الزجاج بقلم مرأس صلب بحيث يذهب الشمع بفعل القلم ويتعري

بالنقش ويصبح مكانه مكشوفاً . يوضع مكان النقش مسحوق حجر دريشير المندى بحامض الكبريتيك ويترك حوالى ١٥ دقيقة ثم يغسل الزجاج ويحمى مرة أخرى لإذابة الشمع فيظهر النقش محفوراً فى الزجاج بفعل حامض الهيدروفلوريك الذى تصاعد من الحجر المندى بالحامض .

* * *

٣

العناصر المعدنية

النحاس والذهب والحديد والرصاص والفضة والقصدير والخرصين كلها عناصر معدنية عرفها الإنسان منذ عصور متغلغلة فى القدم واستخدمها فى صناعة الكثير من أدواته . وهى عناصر شائعة ليست فى حاجة إلى بيان أو تعريف . والعناصر المعدنية من صفاتها اللعان والصلابة وجودة توصيلها للحرارة والكهربائية . وكلها تنصهر وتغلى فى درجات الحرارة العالية غير أن هناك طائفة من المعادن تجمع بين الصفات المعدنية والغير معدنية — وإن كانت تعتبر من العناصر المعدنية — ومن هذه نذكر الصوديوم والبوتاسيوم فهما ينصهران

ويغليان في درجات حرارة منخفضة بالنسبة لبقية المعادن .

* * *

١ - الصوديوم والبوتاسيوم

سمى بعضهم الصوديوم « معدن البصداع » فقد قيل إن كلمة صوديوم Sodium مأخوذة من كلمة صودا Soda وهذه الأخيرة مأخوذة عن اللفظ العربي « صداع » فقد كان العرب يستعملون بعض مركبات هذا العنصر في التطبيب وانتشر استعمال هذه المركبات بعد ذلك في أوروبا في العصور الوسطى حيث كانوا يستخدمون مسحوقاً أبيض يسمى صودانم Sodanum لتلطيف آلام البصداع . وهذا المسحوق هو ما يعرف الآن باسم كربونات الصوديوم .

وأهم مصادر كربونات الصوديوم في الطبيعة هو النطرون Natron وهي لفظة عبرية وعنها أخذت الكلمة اللاتينية ناتريوم Natrium اسماً لمعدن الصوديوم . ومن الثابت أن كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وكربونات الصوديوم كانت من الأملاح التي عرفها الإنسان في عصور ما قبل التاريخ ويرجع ذلك إلى كثرة وجودها في الطبيعة وانتشارها في كثير من بقاع الأرض مختلطة ببعض الأملاح الأخرى .

وأول من ميز بين أملاح الصوديوم وأملاح البوتاسيوم هو أبو منصور الموفق الفارسي في القرن العاشر الميلادي ففرق بين كربونات الصوديوم (ملح الرماد) وكربونات البوتاسيوم (ملح القلى) وشرح طرق استخلاص هذين الملحين من رماد بعض النباتات .

وكان كير Kerr حتى عام ١٨٠٧ يقول إن الصودا الكاوية والبوتاسا الكاوية عنصران معدنان فجاء دافى وأعلن في ذلك الحين أن هاتين المادتين مركبان يمكن تحليلهما بالكهربائية : وقد حصل دافى من هذين المركبين على عنصرى الصوديوم والبوتاسيوم .

والصوديوم لا يوجد صرفاً في الطبيعة وذلك لشدة ألفته واتحاده مع غيره من العناصر ، ومن أهم المركبات التي توجد في الطبيعة وتعد من أهم مصادر تحضيره كلوريد الصوديوم (ملح الطعام) وسلكات الصوديوم الألومنيومية ونترات الصوديوم وكربونات الصوديوم (النطرون) والصوديوم معدن أبيض في لون الفضة غير أنه إذا تعرض للهواء اكتسى بطبقة صدئة نتيجة اتحاده بالأوكسجين . . وهو لين يمكن قطعه بالسكين في يسر وسهولة . . ينصهر عند درجة ٩٧,٥ ويغلي عند درجة ٨٨٠ فتتصاعد أبخرته في لون بنفسجي جميل . وهو موصل جيد

للحرارة والكهربائية . وإذا وضع في الماء طاف على سطحه مشتعلا بفرقة لشدة التفاعل فهو يتحد مع أوكسجين الماء مكوناً أوكسيد الصوديوم أما هيدروجين الماء فيتصاعد .

ومن طريف الحيل أنك إذا أخذت قطعة من الجليد وأحدثت بها تجويفاً صغيراً غير عميق ووضعت في هذا التجويف قطعة صغيرة جداً من الصوديوم أمكنك أن تشعل سيجارتك من قطعة الصوديوم فيظن من يراك أنك تشعلها من الجليد . وللصوديوم مركبات غاية الأهمية في الصناعة نذكر منها الأوكسيد الأول والأوكسيد الثاني فأوكسيد الصوديوم الثاني عامل مؤكسد قوى ويستعمل في عمليات التبييض وفي تنقية الهواء المحبوس في الأماكن الضيقة كالغواصات وغيرها فهو في هذه الحالة يمتص غاز ثاني أوكسيد الكربون الغير صالح للتنفس وفي الوقت ذاته يطلق غاز الأوكسجين .

ومن مركباته أيضاً الصودا الكاوية أو هيدروكسيد الصوديوم (أوكسيد الصوديوم المائي) وكربونات الصوديوم وهما مركبان يستعملان في أغراض صناعية كثيرة سيما الأول فهو يستعمل في صناعة الصابون وفي صناعة الحرير الصناعي وفي الصباغة وغيرها .

وهناك أيضاً من المركبات بيكربونات الصوديوم وسلفاته

(كبريتاته) وستراته (ليموناته) وبروميده ويوديده وكلوراته وكلها مواد معروفة بفوائدها الطبية العظيمة .

* * *

والبوتاسيوم عنصر كثير الشبه بالصوديوم في جميع خواصه الطبيعية والكيميائية فهو فلز لين أبيض ينصهر عند درجة ٦٢ م ويغلي عند درجة ٧٦٠ متحولاً إلى أبخرة خضراء جميلة . وكانت كربونات هذا الفلز تستخلص بادئ الأمر من رماد بعض النباتات بمعالجته بالماء في وعاء من الحديد ومن هنا جاءت تسمية العنصر فكلمة وعاء معناها بالإنجليزية Pot وكلمة رماد معناها Ash فأدمج الكلمتان فأصبح اللفظ Pot-ash ومعناه الرماد الذى فى الوعاء ثم أضيف إليه المقطع اللاتينى ium للدلالة على المعدن فصار Potashium ومعناه معدن الرماد الذى فى الوعاء (أى الذى يستخلص فى الوعاء) ثم حذف الحرف (h) وشدد حرف ال (S) فصار اللفظ Potassium واتخذ اسماً للعنصر .

أما الاسم اللاتينى له فهو Kalium وهو من مقطعين الأول Kali وقد أخذ غن الكلمة العربية (قلى) والثانى هو المقطع اللاتينى ium ومعنى اللفظ معدن القلى أى معدن الرماد . وأول من حضر البوتاسيوم فى الحالة العنصرية هو السير

همفري دافى عام ١٨٠٧ ومركبات هذا العنصر كثيرة الانتشار فى الطبيعة فماء البحر يحتوى على حوالى ١ فى المائة من كلوريد البوتاسيوم . كما أن الرواسب الملحية فى ستاسفورد وفى الألزاس وفى الولايات المتحدة الأمريكية وفى روسيا وفى فلسطين (منطقة البحر الميت) غنية بأملاح هذا العنصر .

وسليكات البوتاسيوم الألومنيومية كثيرة الانتشار فى الأرض ومنها تتسرب مركبات البوتاسيوم إلى التربة بفعل الأمطار وعوامل الطبيعة الأخرى ومن ثم يمتصه النبات .

والبوتاسيوم — كما أسلفنا — يشبه الصوديوم فى خواصه الطبيعية والكيميائية لذلك كانت أملاح العنصرين متماثلة تماماً فى هذه الخواص ولكن من الغريب أنها تختلف تمام الاختلاف فى الخواص الفسيولوجية فمثلا كلوريد البوتاسيوم لا يحل محل كلوريد الصوديوم فى تجهيز الطعام .

ومن أهم مركبات البوتاسيوم أكسيده الأول وأوكسيده الرابع وهذا الأخير عامل مؤكسد يفوق فى قوته الأوكسيد الثانى للصوديوم . ومن مركباته أيضاً البوتاسا الكاوية أو هيدروكسيد البوتاسيوم (أوكسيد البوتاسيوم المائى) ويدخل هذا المركب فى صناعة الصابون الطرى وغيره من الصناعات . ثم هناك أيضاً كربونات البوتاسيوم وبيكربونات وكلوريد وبروميد وهذا

الأخير يستعمل طبياً منوماً ومسكناً للأعصاب غير أن كثرة استعماله لهذه الأغراض والتعود عليه قد يؤثر في القوى العقلية .
وهناك أيضاً يوديد البوتاسيوم وسلفاته ونتراتة وكلوراته والمركب الأخير مؤكسد قوى ويدخل في صناعه المفرقات فإذا خلط بالفسفور والكبريت كان باروداً خطراً وهو يستعمل في بعض الأغراض الطبية كالتطهير وقتل الجراثيم . وأما في الصناعة فيستعمل في الأكسدة وفي صناعة الثقاب (الكبريت) وفي صناعة الألغام والمواد الناسفة .

* * *

٢ - الزئبق

عنصر لعب دوراً كبيراً أيام الكيميائيين الأوائل فقد عده جابر بن حيان شيخ الكيميائيين العرب ركناً ركيناً لإقامة دعائم المذهب الذي كان يعد أول المذاهب الكيميائية . وهو مذهب تحويل المعادن . فقد ذهب جابر ومن تبعه من المشتغلين بصناعة الكيمياء إلى أن المعادن كلها مركبة من الزئبق والكبريت . وأن الاختلاف الجوهرى فيما بينها يتوقف على اختلاف مقدار هاتين المادتين ونقاؤهما . وأن اختلاف المعدن وخصائصه تتوقف على الزئبق ، وأما التغيرات التى تظهر فيه بالإحماء فنتيجة

من الكبريت الذى فيه ، وكان جابر يذهب أيضاً إلى أن أفخر المعادن وأشرفها هى المحتوية على أنقى الزئبق ولذلك لا تؤثر فيها الحرارة ولا تغير صفاتها . وأما المعادن الأقل كرامة فالزئبق فيها أقل كمية ونقاء لذلك تفعل فيها الحرارة . فكل من الذهب والفضة مؤلف بحسب مذهب جابر هذا من الزئبق والكبريت النقيين . الذهب من الكبريت الأحمر والفضة من الكبريت الأبيض . وأما نحسب المعادن فزئبقها قليل الكمية قليل النقاء وكبريتها كثير الكمية قليل النقاء . . وهذا المذهب وغيره من مذاهب المتقدمين لا يعتد به فى أيامنا هذه لأن نور العرفان قد نفذ إلى كل شىء فميز الناس بين الفاسد والصحيح من هذه المذاهب والآراء .

* * *

والزئبق معدن من المعادن ويرجع الفضل فى إثبات ذلك إلى برون Braun عام ١٧٦٠ . وهو سائل فى درجات الحرارة العادية . كثيف رجراج فى لون الفضة السائلة ولكنه يجمد فى درجة ٤٠ تحت الصفر .

ويوجد هذا المعدن فى جهات متفرقة من العالم . إما خالصاً أو على هيئة ملغمت مع الذهب أو الفضة أو كليهما . ولكن المصدر الرئيسى له هو الزنجفر (كبريتيد الزئبق) وأهم مواطن

هذا الخام إسبانيا وإيطاليا وبعض جهات من أمريكا وفي روسيا .

والزئبق وإن كان يغلي في درجات الحرارة العالية (٣٥٧) فإن بخاره قد يتطاير في درجات الحرارة العادية . وبخاره سام خطر .

حدث عام ١٨١٠ أن كانت إحدى السفن تحمل ١٣٠ طناً من الزئبق انتشلت من حطام إحدى السفن الإسبانية . وكان الزئبق محبوساً في رفاق وضعت داخل براميل من الخشب وكان العطب قد أصاب بعض هذه الرفاق فتسرب الزئبق من محبسه وعملت فيه حرارة الجو فانتشر بخاره وعم سائر عنابر السفينة . فظهرت أعراض التسمم الزئبقي على رجال السفينة فخرج الزبد من أفواههم بكثرة وأصاب بعضهم شلل جزئي وسقطت أسنانهم ومات كثير منهم ونفق جميع ما يعتبر الماشية من خراف وخنازير ودجاج ولم ينج من هذا الكرب العظيم الذي أصاب السفينة وأهلها سوى نفر قليل من ضباطها كان عملهم يقتضى وجودهم دائماً على سطحها .

ومما جاء في تقرير طبيب السفينة المنكوبة في وصف هذا الحادث قوله .

« وكانت الجرذان تصعد بذعر بالغ من العنابر السفلية إلى

سطح السفينة فتقفز في الهواء ثم تسقط ميتة .

وللزئبق تأثير كبير على الكثير من المعادن فهو يذيبها مكوناً مركبات صلبة أو سائلة تعرف بالملغمات ومن أمثلة ذلك أننا إذا غمرنا قطعة من الصوديوم فيه بعد تدفئته ذابت على الفور وينتج عن ذلك وهج وحرارة ويعرف المركب بالحديد باسم الصوديوم المملغم . وهو عامل مختزل قوى .

ومن أهم مركبات الزئبق أوكسيد الزئبق الأحمر وهو شائع الاستعمال في تحضير عينات الأوكسجين في المعامل الدراسية . وقد لعب هذا المركب الدور الأول في هدم نظرية السعير (الفلوجستون) The Phlogiston Theory على يدى لافوازييه (١) .

ومن مركباته أيضاً كلوريد الزئبقوز (الكالومل) وهو مسهل معروف كثير الاستعمال في الأغراض الطبية وكلوريد الزئبقيك وهو المطهر المعروف بالسليماني . وهو سام وكثيراً تستعمله الطبقة الدنيا في الانتحار وارتكاب جرائم التسمم . وخير ترياق له زلال البيض مع ماء كثير .

* * *

٣ - المعادن المشعة

في أواخر القرن الماضي وأوائل القرن الحاضر حدث تطور عظيم في العلوم الطبيعية . فذرات العناصر التي كان يظن أنها غير قابلة للتجزئة ثبت أنها تتجزأ وأن بعض العناصر تتحطم ذراتها وتتجزأ من تلقاء نفسها وتعرف هذه العناصر بالعناصر ذات النشاط الإشعاعي . ويرجع الفضل في إثبات ذلك إلى هنري بيكيرل H. Becquerel عام ١٨٩٦ وإلى بيير ومدام كوري P. & Mme. Curie عام ١٨٩٨ .

فما هذا النشاط الإشعاعي ؟ وما هذه العناصر المشعة ؟ نظرت مدام كوري إلى عينة الراديوم التي حضرته عام ١٨٩٨ فرأت وهجاً وشعاعاً أناراً الظلام . فهب العلماء يدرسونه هذه الأشعة ويحللونهم فمن ذلك أنهم جعلوها تمر بمجال مغناطيسي فتحللت إلى ثلاثة أجزاء انحرف أولها يمينا وانحرف ثانياً شمالاً بينما سار ثالثها في سبيله لا يلوى على شيء غير متأثر بقوة المغناطيس . وسمى العلماء الجزء الأول أشعة ألفا والجزء الثاني أشعة بيتا والجزء الثالث أشعة جاما . وألفا وبيتا وجاما أول الحروف الهجائية في اللغة اليونانية . غير أن البحوث أثبتت بعد ذلك أن أشعنى ألفا وبيتا ليستا أشعة بالمعنى المعروف

بل أن كلا منهما عبارة عن جسيمات صغيرة تحمل الكهرباء
فالأولى تحمل كهرباء موجبة والثانية تحمل كهرباء سالبة وأما
أشعة جاما فهي ليست جسيمات مكهربة وهذا هو السبب في
عدم انحرافها عند مرورها بمجال المغناطيس . . . وهي أشعة
حقيقية تشبه أشعة الضوء وإن كانت تختلف عنها في قصر
الموجة .

والجسيم الواحد من جسيمات ألفا يزن سبعة أجزاء من مليون
مليون مليون مليون جزء من الجرام وإن عجمبت أيها القارئ من ضآلة
هذا الوزن وخفته فاعلم أيضاً أن هذا الوزن يعادل أربعة
أمثال وزن ذرة الهيدروجين التي هي أخف ذرات العناصر على
الإطلاق . أما جسيم بيتا فوزنه أقل من ذلك بكثير إذ يساوى
نحو جزء من ١٨٠٠ جزء من ذرة الهيدروجين .

فالنشاط الإشعاعى لبعض العناصر كالراديوم واليورانيوم
وغيرها هو تهشم ذرات هذه العناصر تهشماً ذاتياً وتناثر جسيمات
ألفا وبيتا وأشعة جاما . فالأمور في هذه الذرات مضطربة غير
مستقرة وتلك هي الميزة التي تميزها عن غيرها من ذرات العناصر
الأخرى .

* * *

اليورانيوم عنصر أهم خاماته البتشبلند Pitchblende وهو

خام معقد يحتوى على يورانات اليورانييل والرصاص وبعض العناصر الأخرى والغازات وأهم مناجم التشيلند هى مناجم تشينكو لوبوى فى الكنغو البلجيكى كما اكتشفت مناجم له فى شمال كندا الغربى حيث يوجد التشيلند مختلطاً بالفضة الخالصة وبعض مركبات النيكل والكوبالت . ومن المناجم الشهيرة لليورانيوم أيضاً مناجم يواخيمستال Joachimstal فى تشيكوسلوفاكيا فعلى التشيلند المستخرج من هذه المناجم أجرت مدام كورى وزوجها تجارهما عام ١٨٩٨ ومنه أيضاً استخرجت أول إنتاج للراديوم فى العام نفسه .

وأما اكتشاف اليورانيوم فكان عام ١٧٨٩ ويرجع الفضل فى ذلك إلى كلا بروت M.H. Klaproth الألمانى وأول من بحث فى نشاطه الإشعاعى هو بيكيرل الفرنسى عام ١٨٩٦ . وكلمة اليورانيوم تذكرنا دائماً بالقنبلة الذرية . تلك القنبلة التى هزت الدنيا وجعلت الناس يهتمون بأمر الذرة وتركيبها كما جعلتهم يهتمون بالعلوم الطبيعية والبحوث العلمية فقد كانت لأبحاث العالمين هاهن واشتراسمان Hahn and Strassmann فى برلين فى فلق ذرة هذا العنصر مقدمة لعصر جديد . . عنصر الذرة التى لو شاء العلماء استخدموا طاقتها على شكل قنبلة مدمرة تمحى المدن وتهلك الشعوب ولو شاعوا استخدموها أداة محرقة

تعود على العالم بالخير وعلى الشعوب بالسلام والرخاء .

* * *

وأما الراديوم فإننا عندما نذكره نذكر مدام كورى . . .
نذكر قصة مولد عنصر من أهم العناصر . . . نذكر قصة
من أروع قصص رواد العلم وأبطال البحوث الذين عملوا فى
صمت ولم تفسدهم الشهرة أو ذبوع الصيت . .

استرعى نظر مدام كورى رسالة نشرها بيكيرل عام ١٨٩٧
عن الإشعاع الذاتى لمركبات اليورانيوم فاستهواها البحث وكانت
وقتذاك تفكر فى موضوع تختص فى بحثه لنيل إجازة الدكتوراه
فى العلوم الطبيعية . فتساءلت عن ماهية هذا الإشعاع وعن
مصدره ففتح لها هذا السؤال مجالا واسعا للبحث والدراسة .
فعكفت فى عملها المتواضع تجرى التجارب فى صبر عجيب ..
وامتحننت فى تجاربها هذه جميع العناصر التى كانت معروفة
وقتذاك تقريبا . وأخيرا قفز فى رأسها خاطر جرىء
إن معدن البتسبلند الذى يستخلص منه اليورانيوم لا بد أن
يكون محتويا على مقادير صغيرة من عنصر غريب أقوى إشعاعا
من اليورانيوم فما هذا العنصر يا ترى ؟

وتحمس زوجها بيير كورى لفكرتها هذه فترك بحوثه الخاصة
جانبا ثم وحدا جهودهما لكشف القناع عن هذا العنصر

الحديد . . فانبرى الاثنان على العمل رغم حاجتهما إلى المال بعزم لا يلين فاختبرا كل العناصر التي يحتويها البتسبلند ومدى النشاط الإشعاعي لكل منها فتوصلا آخر الأمر إلى أن هناك عنصرين لا عنصر واحد يمتازان بالنشاط الإشعاعي ، وفي منتصف عام ١٨٩٨ أو على التحديد وفي شهر يوليو من ذلك العام أعلنت مدام كوري أنها اكتشفت أحد هذين العنصرين وأطلقت عليه اسم البولونيوم Polonium نسبة إلى بلادها بولونيا التي تكن لها كل ولاء ووفاء . . وفي شهر ديسمبر من العام نفسه أعلنت عن اكتشافها الذي هز الدوائر العلمية . . . إنه عنصر جديد يمتاز بنشاطه الإشعاعي العظيم . . إنه الراديوم . . ! ! وكان أول ما حصلنا عليه من هذا العنصر دقائق لا تشفى غليل علماء الطبيعة وعلماء الكيمياء الذين قابلوا هذا الكشف في شيء غير قليل من التحفظ والفتور بادئ الأمر . كان لا بد لهم لكي يعترفوا بهذا الكشف أن يروا هذا العنصر رأى العين وأن يختبروه في مختبراتهم وأن يقرروا وزنه الذري . . . وتسرب الملل واليأس إلى نفس بيير لكثرة ما يكتنف هذا العمل من عقبات ولعدم توافر المال حتى لقد فكر في أن ينفض يده من الأمر كله ويعود إلى أبحاثه . . وأما ماري فلم تيأس ولم تبشس بل واصلت العمل في عزم وإصرار سنين أخرى حتى

تم لها النصر أخيراً وأمكنها أن تحصل على قدر ديسيجرام من عنصر الراديوم الصرف . . . وكان ذلك عام ١٩٠٢ . . .
وهنا أحنى العلماء رؤوسهم لمارى وبيير كورى تقديراً لمجهودهما واعترافاً بفضلهما على العلم .

واعترفت الدوائر العلمية بهذا الفضل ، ففي عام ١٩٠٣ منحتهم الجمعية الملكية بلندن وسام دافى . . . وفي نفس العام أعلنت أكاديمية العلوم بمدينة استكهولم بالسويد أن جائزة نوبل للعلوم فاز بها مناصفة هنرى بيكيرل من ناحية ومارى وبيير كورى من الناحية الأخرى تقديراً لبحوثهم القيمة فى النشاط الإشعاعى .

والإشعاع الراديوم يفوق آلاف المرات إشعاع اليورانيوم . .
وأشعته . تخترق أعسر المواد وأكثفها . . وللراديوم قيمة طبية عظيمة . . فقد كان كشف هذا العنصر نعمة من نعم الله ساقها لعباده على يدى مارى سكلودفسكا البولونية الأصل تخفيفاً لآلام مرضى السرطان المساكين .

* * *

ولم تعد ظاهرة الإشعاع قاصرة على بعض العناصر دون الآخر ففي عام ١٩٤٣ أعلنت إيرين كورى Irene Curie ابنة مدام كورى بالاشتراك مع زوجها جوليو Joliot أن العناصر

غير المشعة يمكن تحويلها إلى عناصر مشعة ودللا على ذلك بأن أطلقا جسيمات ألفا على عنصرى البورق والألومينيوم فتحولا إلى عنصرين مشعين وعندما أبطل إطلاق هذه الجسيمات استمر الإشعاع تماماً على نحو ما يحدث فى العناصر ذات الإشعاع الطبيعى . ! !

وقد أدى بحث إيرين وجوليو كورى إلى فتح ميادين واسعة من البحث ولحقها العلماء فتوصلوا إلى نتائج باهرة تبشر بانحير العميم لبنى الإنسان فها نحن أولاء نسمع عن الكربون المشع أو صنف الكربون ١٤ الذى إذا أدخل فى غذاء النباتات تحت ظروف خاصة — أعطت هذه النباتات أحماضاً أو قلويات مشعة — حسب نوعها — وهى مواد فعالة جزيلة النفع فى علاج بعض الأمراض .

* * *

وهناك غير ما تقدم عشرات أخرى من العناصر المعدنية نذكر منها — باستثناء الشائع المعروف — الليثيوم والمنجنير والفاناديوم والسكروميوم والمغنسيوم والكوبالت والرايبيديوم والأسترونيوم والمليبيدينيوم والبالاديوم والكادميوم والتنجستن والأوزميوم والإيريديوم .

* * *

العناصر الغير المعدنية

هناك طائفة من العناصر لا تمتاز بشكل ثابت فقد ترى العنصر الواحد منها في جملة صور وهي كذلك لا تمتاز بالمعان المعدنية — باستثناء اليود إذا حسبناه من هذه الطائفة — وهذه العناصر الغير معدنية هشة في الغالب لا تقبل السحب ولا الطرق وريئة التوصيل للحرارة والكهربائية . وهي تنصهر وتغلي في درجات حرارة واطئة بالنسبة للمعادن وأهم العناصر الغير معدنية الكربون والسليكون والفوسفور والكبريت والبروم واليود .

* * *

١ — السليكون

إذا تصورنا القشرة الأرضية وما عليها من حيوان ونبات وجماد صفيحة مربعة الشكل كان نصف هذه الصفيحة أوكسجيناً وربعها سليكوناً والربع الباقي يشمل بقية العناصر . من هذا نرى أن عنصر السليكون كثير الانتشار في الأرض

وهو لا يوجد في الحالة العنصرية بل مركب مع غيره من العناصر في كثير من الصور كالسليكا (أوكسيد السليكون) والرمل والطفل وحجر الصوان والإردواز . .

في عام ١٦٦٠ أشار أوتو تاخينو O. Tachenius أن السليكا لها خصائص حامضية وفي عام ١٧٨٧ قال لافوازييه إن السليكا ما هي إلا أوكسيد لعنصر غير معروف حتى جاء جاي لوساك فكشف النقاب عن هذا العنصر الغير معروف وحضر السليكون بالاشتراك مع لويس ثينارد L. Thenard (١٨٠٩ - ١٨١١) وذلك بتسخين البوتاسيوم مع مركب فلوريد السليكون الغازي . وللسليكون صورتان . الأولى مسحوق بني اللون يشتعل بشدة في الهواء أو الأوكسجين مكوناً السليكا أو أوكسيد السليكون .. والثانية بلورات تشبه المعدن في شكلها . . ويستخدم السليكون في عمل صلب مقاوم للأحماض بخلطه مع الحديد بنسبة النصف .

ومن أهم مركبات السليكون مركب كريد السليكون . وهو ما يعرف بالكاربورايدوم ويستعمل لقساوته وشدة صلابته في شحذ الآلات الحادة كما يستعمل في قطع الزجاج وكشط المعادن . ثم السليكا أو الأوكسيد الثاني للسليكون وهو مركب كثير الانتشار في الطبيعة بصور عديدة منها الصوان والكوارتز

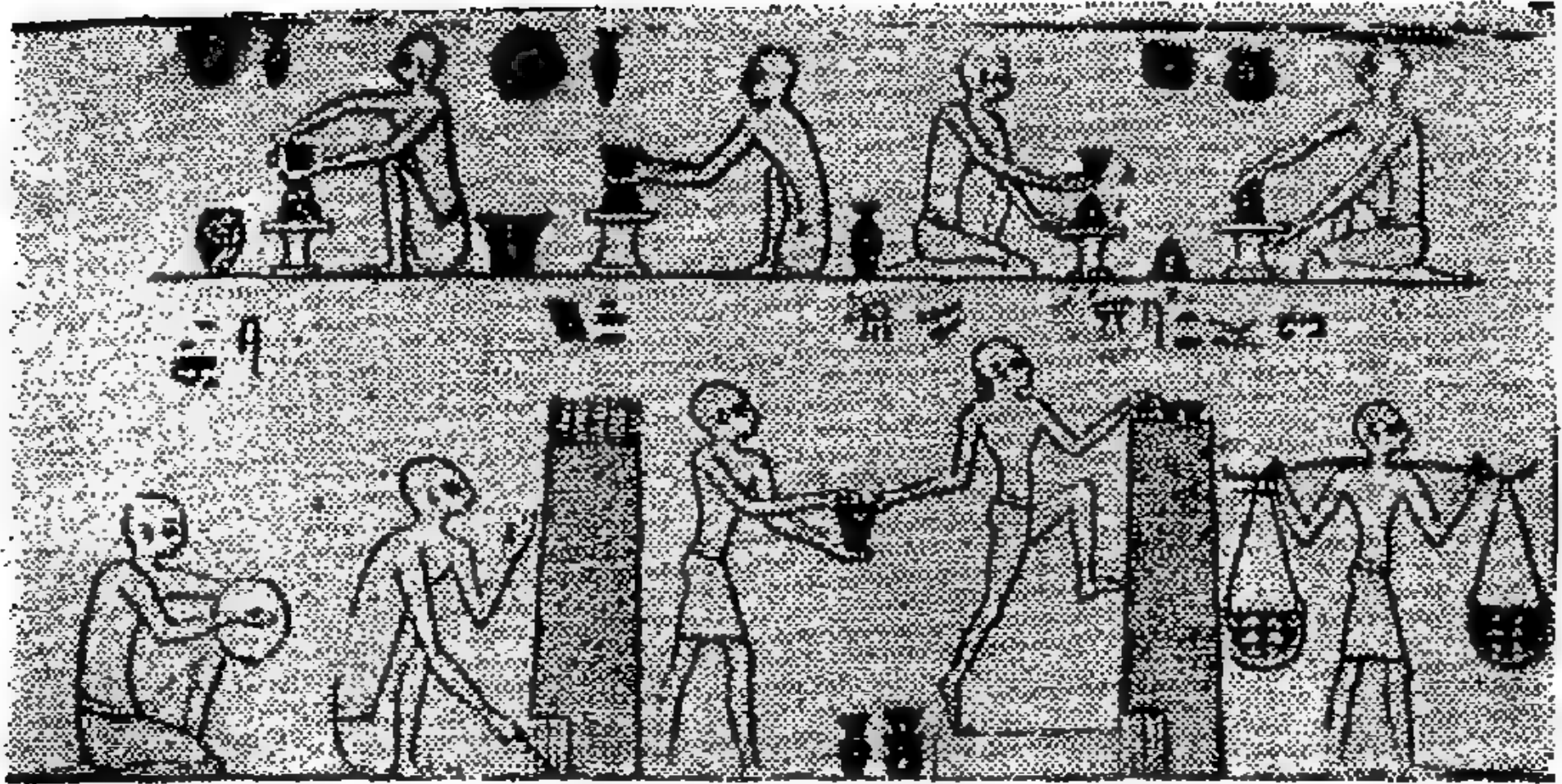
أو الصخر البلورى والرمل . ومن الكوارتز يصنع زجاج يعرف بزجاج السليكا ويمتاز هذا الزجاج عن غيره بأن معامل تمدده صغير للغاية لذلك فالأدوات التى تصنع منه لا تتأثر بالحرارة أو البرودة المفاجئة .

ومن المركبات أيضاً سليكات الصوديوم وسليكات البوتاسيوم وهذان المركبان أساسيان فى صناعة الزجاج .

وتستعمل السليكا فى صناعة الزجاج العادى والزجاج الكريستال ويصنع الزجاج العادى بصهر الرمل (إحدى صور السليكا) مع كربونات الصوديوم وأوكسيد الجير وكربوناته . . وتسهيلا لعملية الصهر يضاف إلى هذا الخليط نسبة معينة من قطع الزجاج القديم . . ويتج من صهر هذا الخليط سليكات الصوديوم وسليكات الجير مع فائض من السليكا . . والزجاج المجهز بهذه العملية يعرف بزجاج الصودا ويستخدم فى النوافذ ومنه تصنع الأنايب الزجاجية والأوانى .

وتستعمل كربونات البوتاسيوم بدلا من كربونات الصوديوم فى العملية السابقة للحصول على زجاج أشد صلابة .

أما زجاج الكريستال الذى منه تصنع الأكواب والقناني وأوانى الزهور فيصنع من خليط من الرمل وأوكسيد الرصاص الأحمر مع كربونات البوتاس . بينما تصنع الزجاجات العادية



صناعة الزجاج عند قدماء المصريين
 (من آثار بيلدة بنى حسن يرجع تاريخها إلى
 ١٩٠٠ سنة قبل الميلاد)

من خليط من سليكات الصوديوم والجير والألومينيوم والمنجنيز والحديد . والحديد هو الذى يلون الزجاج باللون الأخضر فإذا أريد الحصول على زجاج أبيض استخدم الرمل الأبيض واستبعد الحديد تماماً من مركبات الخليط . ولما كان ذلك ليس بالشىء الهين فإن إضافة شىء من ثانى أوكسيد المنجنيز للخليط يزيل اللون الأخضر وذلك بالتعادل معه .

ويصنع زجاج النظارات وآلات النظر باستعمال مركبات خاصة فالزجاج المعروف باسم كروكس Crookes يدخل فى صنعه مركبات من النيودايميوم والبرازيودايميوم neodymium & paraseodymium التى تكسر الأشعة فوق البنفسجية .

وللحصول على زجاج ملون يضاف للخليط قبل صهره مقادير معينة من مركبات خاصة بنسبة تقل أو تزيد حسب عمق اللون المطلوب . فتستعمل مركبات الكوبالت للحصول على اللون الأزرق بينما تستعمل مركبات الذهب والنحاس للون الأحمر . وثانى أوكسيد المنجنيز للون البنفسجى ومركبات الكروم للون الأخضر ومركبات الأنتيمون والكادميوم للون الأصفر .

* * *

وصناعة الزجاج صناعة مصرية قديمة والفراعنة هم أول من اكتشفوها واشتغلوا بها وإن كان بلينى Pliny يزعم غير ذلك

فقد روى هذا المؤرخ الرومانى أن جماعة من التجار كانوا يستريحون تحت سفح جبل الكرمل بفلسطين وقد رست سفينتهم - وكانت محملة بتجارة من النظرون (كربونات الصودا المتجرية) على بعد حوالى نصف الميل من مجلسهم . . . ولما شرعوا فى إعداد الطعام لم يجدوا فى الأرض الرملية صخوراً لكى يهيئوا بها وجاقاً ليضعوا عليه قدورهم . فذهب أحدهم إلى السفينة وحمل كتلاً من الصودا وأعدوا الوجاق وأشعلوا النار . . . وعملت النار فى الصودا فأذابتها وامتزجت بالرمل الذى أنصهر أيضاً ورأى الناس سيلاً شفافاً يجرى على الأرض بين أيديهم . . . وهكذا اكتشف الزجاج .

وهناك أكثر من دليل على أن هذه الرواية لا نصيب لها من الصحة فمن الثابت أن الزجاج عرفه قدماء المصريين منذ عصور بعيدة . . . فعلماء الآثار يقررون أن الزجاج اختراع مصرى أو على الأقل كانت صناعته راسخة فى البلاد ومنتشرة انتشاراً كبيراً أيام الفراعين الأولين شأنها فى ذلك شأن صناعة المعادن . . . وقد اكتشفت فى مصر خرزات من زجاج أخضر يرجع تأريخها إلى ٣٤٠٠ سنة قبل الميلاد أى قبل عهد الأسرات . . . كما يوجد فى المتحف البريطانى إناء زجاجى أزرق جميل يرجع تأريخه إلى عهد الملك تحتمس الثالث (١٥٥٠ سنة ق.م.)

وكانت مدينة تل العمارنة مركزاً هاماً لتلك الصناعة . وكان
النظرون اللازم يستورد من البحيرات الملحة بالوجه البحرى .
ومن المحتمل أن تكون صناعة الزجاج قد عرفت منذ أزمان
بعيدة فى بلاد سوريا وفى بريطانيا . غير أنه من الثابت أن
الزجاج المصرى كان يصدر إلى سائر بلاد الإمبراطورية
الرومانية .

ومن الشعوب التى عرفت الزجاج وصناعته أيضاً السوماريون
والأشوريون ففى المتحف البريطانى آنية زجاجية يرجع تأريخها
إلى عهد الملك سرجون الأشورى (٧٠٠ سنة ق.م .) .

* * *

٢ — الفوسفور أو حامل النور

فى عام ١٦٧٤ كان براند الألمانى يجرى أبحاثه بغية الحصول
على حجر الفلاسفة . . تلك المادة التى طالما داعبت أحلام
الفلاسفة القدماء فكانوا يعتقدون أن لها فعل أشد من قوة
السحر . . فهى التى تجلب الذهب . . وتهب الشباب الدائم
والنعيم المقيم . . ومن العجيب أن براند راح يبحث عن الشباب

والسعادة في الرجس والنجاسة . . . وكان يبحث عن الحجر الموعود في البول . . . فعكف يجري التجربة تلو التجربة غير مشمئز ولا متأفف . . . وفي أثناء بحثه هذا توصل إلى استخلاص مادة عند امتحانها وجد أنها تنير في الظلام فسمّاها الفوسفور ومعناها Light bearer حامل النور .

وقد حاول جوهان كانكل J. Kunckel (١٦٣٠-١٧٠٣) أن يشتري سر استخلاص الفوسفور وطريقة إعداده ولكن يراند كان قد باعه إلى كرافت Krafft فعكف كانكل على إجراء التجارب حتى وفق أخيراً عام ١٦٧٨ إلى تحضيره . وعرض كرافت الفوسفور في إنجلترا ولمّح لروبرت بويل ببعض سر تحضيره فانبرى هذا للعمل في البول يخمره ويقطره حتى تمكن آخر الأمر من تحضير عينة منه عام ١٦٨٠ وبذلك كان بويل ثالث من حضر الفوسفور من البول وأول من نشر طريقة استخلاصه .

وحتى ذلك الحين لم يكن الفوسفور معدوداً من العناصر حتى أثبت ذلك لافوازييه عام ١٧٧٢ .

ومصادر الفوسفور الطبيعية هي الفوسفات - مركبات العنصر مع الكالسيوم والألومينيوم والحديد وغيرها . وتحتوى العظام على $\frac{1}{3}$ وزنها فوسفاتاً (فوسفات كالسيوم) .

والفوسفور من العناصر الضرورية لمادة البروتوبلازم — وهى المادة الحية فى الحيوان والنبات .

ويحضر الفوسفور الآن من الفوسفات فتسخن هذه وتخلط بالرمل والفحم فى أفران كهربائية درجة حرارتها ١٤٠٠ — ١٥٠٠ فيتصاعد بخار العنصر فيكشف .

والفوسفور الناتج بعد التكثيف يكون مختلطاً بالشوائب فلتنقيته يصهر فى محلول حمض من بيكرومات الصوديوم فتأكسد هذه الشوائب وتذوب فى المحلول أو تطفو على سطحه . تؤخذ بعد ذلك كتلة الفوسفور وتجفف .

والفوسفور سريع الاشتعال فقد يشتعل فى درجة الحرارة العادية لذلك يحفظ دائماً مغموراً تحت الماء .

ولهذا العنصر عدة صور أهمها الفوسفور الأصفر والفوسفور الأحمر والفوسفور الأسود . فأما الأول فيكاد يكون فى لون الشمع وشكله — وهو ما كان يسميه جابر بن حيان بالفوسفور الأبيض . كثافته ١.٨ وهو ينصهر فى درجة ٤٤.١ ويغلى فى درجة ٢٨٠ ، لا يذوب فى الماء ولكنه يذوب فى ثانى كبريتيد الكربون وزيت الزيتون والبنزين . وإذا وضعنا قطعة منه فى مكان مظلم صدر منها نور أخضر . وتفسير ذلك أن أبخرة تتصاعد من الفوسفور فتأكسد ببطء بأوكسجين الهواء متحولة

إلى ثالث أوكسيد الفوسفور الذى عنه يصدر النور ثم يتحول هذا فيما بعد إلى الأوكسيد الخامس .

أما الفوسفور الأحمر فهو فى الأصل فوسفور أصفر عمل فيه الضوء أو عملت فيه الحرارة وهو يختلف عن الأول بأنه غير مناسب وكثافته ٢,٢ - لا يتوهج فى الظلام . وينصهر عند درجة ٥٩٠ ويغلى عند درجة ٧٤٠ وبنحاره عند تكثيفه يتحول إلى بلورات من الفوسفور الأصفر .

والصورة الثالثة أو الفوسفور الأسود وكثافته ٢,٧ يحضر من الفوسفور الأصفر بعد ضغطه ضغطاً هائلاً تحت درجة ٢٠٠ مئوى .

* * *

ويجهز كل عام حوالى ٤٠ - ٥٠ ألف طن من الفوسفور ويستخدم الجزء الأكبر منه فى صناعة الثقاب (الكبريت) فرؤوس عيدان الكبريت تصنع من خليط من كلورات البوتاسيوم وأوكسيد الحديد وثانى أوكسيد المنجنيز وبيكربونات البوتاسيوم - أو خليط من بعض المؤكسدات مع صمغ وغراء ومسحوق الزجاج وقليل من مادة الكبريت . وأما المادة التى تكون عادة على علب الثقاب التى عليها تحبك رؤوس الثقاب فمصنوعة من خليط من الفوسفور الأحمر وكبريتيك الأنثيمون

مع الصمغ . فعند عملية (الحلك) تتولد حرارة تكون كافية لإشعال الفوسفور مع المواد المؤكسدة التي في رأس العود .
ومن فوائد الفوسفور أيضاً أنه يدخل في صناعة نوع من البرونز يعرف بالبرونز الفوسفوري وهو معدن قاسى شديد الصلابة يستعمل في شتى الأغراض الصناعية .
وللفسفور مركبات عديدة نذكر منها الهيدروجين المفسفر (الفوسفين) وحامض الفوسفوريك وخامس أوكسيد الفوسفور وخامس كلوريده . والمركبان الأخيران يمتازان بشدة ألفتهما للماء والاتحاد به ولذا يستعملان في تخفيف المواد عند تحضيرها سيما الغازات .

* * *

٣ - الكبريت

عرف الكبريت في الأزمان القديمة وذلك لانتشار رواسبه (في الحالة العنصرية) في جهات عديدة من المعمورة
فقد ذكره هوميروس في الأودسة ووصفه بأنه (بارئ الأسقام) .
نظراً لتأثير الغاز الناتج من احتراقه (ثانى أوكسيد الكبريت) في قتل الجراثيم . وقال عنه بليني إنه يزيل البثور من الوجه وأنه علاج لإسعاف لدغ العقرب
بينما قال بارثولوميو الإنجليزى

Bartholomew في القرن الثالث عشر إن هناك أربعة أنواع من الكبريت ووصف واحد من هذه الأربعة بأنه خطير عاصف ملآن بالخبث . .

وقال السير توماس براون Sir Thomas Browne (١٦٠٥-١٦٨٢) إن الكبريت أو حجر الاشتعال مادة طبيعية مكونة من الدهن وأجسام أخرى قابلة للاشتعال . يستعمل إما خاماً كما يوجد في الطبيعة وقد سماه في هذه الحالة الكبريت الحى ولونه أصفر معتم . أو بعد تنقيته حيث يصفى لونه ويصبح أصفر فاتحاً .

والعرب عرفوه أيضاً وزعم كيميائيوهم على رأسهم ابن حيان أن جميع المعادن مركبات من الكبريت والزئبق . . وعرفوا فوائده الطبية واستخدموه في علاج الكثير من الأمراض . وفي القرن الثامن عشر - وفي عام ١٦٩٧ على التحديد زعم شتال E. Stahl أن الكبريت مركب من حامض الكبريتيك (وكان يعتبر من العناصر وقتذاك) ومن الفلوجستون (السعير أو مادة النار) Phlogeston وأن الكبريت عند احتراقه يطرد لهباً (هو فلوجستون متصاعداً) ويتخلف حامض الكبريتيك... وأن الفلوجستون إذا ما أمكن إضافته للحامض المذكور نتج الكبريت .

وظلت الأقوال تتضارب في أمر الكبريت حتى جاء لافوازييه (١٧٤٣ - ١٧٩٤) فأثبت أنه مادة بسيطة وعنصر من العناصر .

ويوجد الكبريت صرفاً في الطبيعة أو مركباً مع كثير من العناصر على هيئة كبريتيدات أو كبريتاتات ومن هذه المركبات كبريتيد الحديد (بيريت الحديد) وكبريتيد الرصاص أو (الجالينا) وكبريتيد الزئبق (الزنجفر) . . منها أيضاً كبريتات الكالسيوم (أى سلفاته) وهى الجبس والمصيص والألبستر - وكبريتات المغنسيوم (ملح إبسوم أو الملح الإنجليزي) وكبريتات الباريوم .

والكبريت كثير الوجود في النبات فبروتين الفول والحمص والعدس تحتوى على أكثر من ٢ في المائة منه . كما أن الرائحة (الخاصة) للبصل والثوم والخردل تعزى إلى احتواء هذه الثمار على مركباته .

وتحتوى البروتينات الحيوانية . . والشعر والصوف على مقادير من هذا العنصر .

وأهم مصادر الكبريت في هذه الأيام هى الولايات المتحدة الأمريكية في ولايتى لويزيانا وتكساس فمن هاتين الولايتين يستخرج نحو ٨٠ في المائة من إنتاجه في العالم . وأما مصدره

القديم فكان إيطاليا خصوصاً جزيرة صقلية . . ويوجد الكبريت أيضاً في المناطق البركانية وفي مياه الينابيع الطبيعية كياه مدينة حلوان .

والكبريت في درجة الحرارة العادية جامد سهل الانكسار .
وأما لونه فكما هو معروف أصفر فاتح . . وهو عديم الطعم ولا رائحة له فالروائح التي ينسبونها إليه هي رائحة مركباته . .
وأما إذا اشتعل تكون له رائحة خصوصية خانقة . وهو لا يذوب في الماء ولكن يذوب في الكلوروفورم والأثير والكحول وثاني كبريتيك الكربون .

ومما يتصف به هذا العنصر التكيف الغريب الذي تتشكل به صورته فهو لا يلبث على حالة واحدة بل تختلف صورته باختلاف الأحوال . فهو يرى في الطبيعة على هيئة بلورات كبيرة جميلة والمظنون أنها تتولد بالتصعيد أى بعد انصهار الكبريت في باطن الأرض وبرودته بالتفريج . . ومن صورته أيضاً البلورات ذات الشكل الثماني التي يمكن تحضيرها صناعياً بتدوير قليل من الكبريت في ثاني كبريتيد الكربون ثم ترك السائل يتبخر فتتولد البلورات المطلوبة وهي ذات ثقل نوعي ٢,٠٥ .

ثم هناك بلورات إبرية الشكل . وهي إبر طويلة شفافة

ثقلها النوعى ١,٩٦ ولها ثمانى زوايا ويمكن تحضيرها بصهر كمية من الكبريت فى بودقة ثم تركها تبرد فى درجة الحرارة العادية فيتولد على ظاهر الكتلة المنصهرة قشرة رقيقة إذا كسرت ظهر تحتها الكبريت فى باطن البودقة على هيئة إبر طويلة . . . هذا وللحرارة فعل غريب فى الكبريت نبينه فيما يلى : —
 ا — عند درجة ١١٤,٥ يذوب متحولاً إلى سائل أصفر

صاف ثقله النوعى ١,٨ يجرى فى الإناء الموضوع فيه فى يسر كما يجرى الماء . . . وإذا سكب هذا السائل فى الماء تحول فى التو إلى جامد أصفر كما كان أولاً . . . وإذا ما ارتفعت درجة الحرارة أكثر من ١١٤,٥ تغير السائل الأصفر الصافى تدريجاً إلى سائل لزج بنى اللون .

ب — عند درجة ٢٠٠ يصبح لون السائل ضارباً إلى السواد ويصير قوامه شديد اللزوجة حتى أنه لا ينسكب إذا قلب الوعاء .

ج — عند درجة ٣٢٠ يعود الكبريت اللزج إلى حالة السيولة غير أنه إذا سكب فى الماء هذه المرة تحول إلى مادة كالعجين لونها بنى — قليلة النوبان فى ثانى كبريتيد الكربون ولشدة لونه يسهل سحبه خيوطاً . . . ولكن هذه المادة الطرية لا تلبث أن تعود إلى صورة الكبريت المعتاد . أى تأخذ القوام الجامد واللون

الأصفر وتصير هشة سهلة الانكسار وتذوب في كبريتيد الكربون الثانى .

د - عند درجة ٤٥٠ تتصاعد أبخرة حمراء قائمة كثافتها ٩٦ بالنسبة لكثافة الهيدروجين .

هـ - وإذا ما ارتفعت الدرجة إلى ٨٦٠ تصير كثافة البخار المتصاعد ٣٢ أى أن جزيء العنصر في هذه الحالة الغازية وفي هذه الدرجة من الحرارة يكون محتويًا على ذرتين فقط كسائر الغازات . . . غير أنه يمكن الحصول على بخار كبريت كثافته ١٦ أى أن الجزيء يحتوى على ذرة واحدة فقط وذلك إذا ما ارتفعت درجة الحرارة إلى ٢٠٠٠ مئوى .

* * *

وكان العرب يعرفون ما يسمى بلبن الكبريت وهو مركب استخدمه شيخهم جابر ومن جاء بعده في علاج بعض الأمراض . - ويحضر بغليان جزئين من الكبريت الزهر مع ١٣ جزءاً من الماء وجزء من الجير الرائب فيتولد من ذلك مذوب أحمر يحتوى على خامس كبريتيد الكالسيوم الذى ينحل بإضافة حامض الهيدروكلوريك له فيتصاعد الهيدروجين ويتخلف مسحوق أبيض هو لبن الكبريت .

ومن صفات الكبريت الهامة ميله الشديد للاتحاد بالعناصر

فهو يتحد مع أغلبها بدون وساطة . . . ومن مركباته ما يلي :-
 ١ - الهيدروجين المكبرت - أهم مركبات العنصر مع
 الهيدروجين - غاز حلو المذاق كريه الرائحة (له رائحة البيض
 الفاسد) - سام خطر على الصحة وخير ترياق للمصاب
 باستنشاقه غاز الكلور فيحضر هذا بذر مسحوق هيبوكلوريت
 الكالسيوم أو (مسحوق التبييض) على خرقة مبللة بحامض
 الخل أو الخل وتقرب من أنف المصاب ليستنشق الكلور
 المتصاعد . ويتحد الهيدروجين المكبرت بالمعادن ويكون أملاحاً
 تعرف بالكبريتيدات .

٢ - كلوريد الكبريت الأول - أهم مركبات الكبريت
 مع الكلور - سائل أصفر اللون كريه الرائحة له قدرة عجيبة
 على تذويب الكبريت بسهولة في درجة الحرارة العادية . ومحلوله
 كثيف يحتوى على حوالى ٦٠ فى المائة من الكبريت . .
 ويستعمل فى الكثير من الصناعات منها صناعة الأحذية
 الكاوتشوك .

٣ - ثانى أوكسيد الكبريت - غاز عديم اللون خائق كريه
 الرائحة . يوجد فى مقذوفات البراكين والينابيع البركانية ويحضر
 بإشعال الكبريت فى الهواء أو فى الأوكسجين الصرف . أو
 بفعل بعض المعادن كالتحاس أو الفضة فى حامض الكبريتيك

أو بتسخين مزيج من الفحم وحامض الكبريتيك على أن الغاز المحضر بالطريقة الأخيرة يكون ممتزجاً بثاني أكسيد الكربون . وهذا الغاز عرفت فوائده منذ أزمان بعيدة واستعمل في أغراض التبخير وتطهير الثياب . ومن أهم صفاته قدرته العظيمة على إزالة الألوان العضوية . ويشاركه في هذه الخاصية مذوبه في الماء وهو ما يعرف بحامض الكبريتوس لذلك كان هذا الأخير كثير الاستعمال في صناعة تبيض الحرير والصوف والقش والإسفنج (وكلها تتلف إذا ما بيضت بالكلور) فهي لا تتلف إذا ما بيضت بهذا الحامض أو بأوكسيده .

ومن صفات هذا الأوكسيد أيضاً قدرته على إيقاف الاختيار والفساد ومنع نمو الجراثيم الحيوانية والنباتية وتكاثرها . لذلك يعتبر ضمن المواد المضادة للفساد ويستعمل في تطهير البراميل والأوعية الخشبية قبل حفظ السوائل بها .

٤ - حامض الهيبوكبريتوس - سائل أصفر قائم فعله أسرع وأقوى من أوكسيد الكبريت الثاني وحامضه في تبيض المواد العضوية وإزالة ألوانها . ويستعمل مركبه مع الصوديوم (هيبوكبريتيت الصوديوم) في الصباغة والنقش على القماش .

٥ - حامض الكبريتيك - حامض من أهم الحوامض وأنفعها . . فهو الوساطة في تحضير معظم الحوامض الأخرى . .

ويكاد يكون من أهم دعائم الصناعة في هذا الزمان وأكثرها شيوعاً إذ قلما توجد صناعة لا تحتاج إليه من قريب أو من بعيد . .

وهذا الحامض كان معروفاً عند العرب وكانوا يسمونه (زيت الزاج) ولكنه لم يكن في ذلك الزمان على ما هو عليه الآن من النقاء ويقال إن أول من وصف طريقة تحضيره من الشب الأخضر وصفاً دقيقاً مفصلاً هو فالتين الذي بين أنه يتولد من احتراق الشب الأخضر (كبريتات الحديد) بعد مزجه بحامض قوى .

ويقال أيضاً إن الطبيب وارد المعروف بالدجال ابتدع طريقة لتحضير هذا الحامض احتكرها لنفسه فترة من الزمن . . وتتلخص هذه الطريقة في أنه وضع في إناء حديدي خليطاً من الكبريت وملح البارود . وسخن الوعاء لدرجة الاحمرار . . وقد جعل هذا الإناء الحديدي يرتكز على قاعدة من الفخار موضوعة في إناء زجاجي به قليل من الماء . . وبعد إحماء الوعاء الذي به الخليط غطي الجهاز كله منعاً لتسرب البخار الذي امتصه الماء وصار بفضله حامضاً قوياً هو حامض الكبريتيك . .

* * *

ومن الطرق الحديثة لتحضير هذا الحامض الآن بكميات

هائلة للتجارة — أكسدة ثاني أوكسيد الكبريت في حجرات كبيرة من الرصاص . . وأهم مصادر تحضير ثاني أوكسيد الكبريت بيريت الحديد ومواطنه إسبانيا وبلجيكا وفرنسا وقبرص . ويتراوح ما ينتجه العالم اليوم من حامض الكبريتيك بين ٢٠ إلى ٢٥ مليون طن في العام .

ويمتاز الحامض بثقله وقوامه الزيتي . . وهو خطر يقرح الجلد إذا أصابه . . ولشراسته في الاتحاد بالماء تتولد حرارة عند امتزاجهما تزيد عن درجة الغليان وقد تسبب كسر الآنية التي بها المزيج إذا كانت من الزجاج . . وهو يؤثر في جميع المعادن تقريباً ما عدا الذهب والبلاتين — غير أنه إذا خلط بحامض النيتريك (الأزوتيك) كان مزيجهما (الماء الملكي) قادراً على تذويب الذهب وإذا خفف المذوب بالماء انفصل ما ذاب من الذهب على هيئة مسحوق أرجواني .

وبعد فالكبريت ومركباته من المواد الجزيلة النفع العميمة الفائدة . . وقد عرفه الإنسان واستخدمه في الأزمان القديمة . . واليوم تقوم عليه صناعات لا تدخل تحت حصر نذكر منها صناعة حامض الكبريتيك — عماد كل الصناعات تقريباً — وصناعة الثقاب والمفرقات كما تستخدم في صناعة بعض أنواع المطاط وفي بعض أغراض طبية . . ومرهم الكبريت شائع

معروف وهو يستعمل في علاج الحرب وبعض الأمراض
الجلدية .

* * *

٤ - البروم واليود

سبق الإشارة - في ختام الكلام عن عنصر الكلور - أن
عناصر الفلور والكلور واليود والبروم تكون مجموعة تعرف
بالمجموعة الهالوجينية أى مولدات الملح . وهى عناصر تتشابه
مركباتها مشابة عظيمة في الخصائص والصفات . فكل واحد
من هذه الأربعة يتحد بالهيدروجين بنسبة جوهر منه إلى جوهر
من الهيدروجين ويتولد من هذا الاتحاد حامض قوى ذواب
في الماء وكل حامض من هذه الحوامض يولد باتحاده مع
المعادن ملحاً يشابه الملح المتولد من الآخر في وجوه عديدة
كالتشابه بين كلوريد البوتاسيوم ويوديد وبروميد . وكالتشابه
بين الأملاح جميعها بتركيبها من عنصرين أحدهما معدنى والآخر
غير معدنى ويخلوها من الأوكسجين . وبكونها جوامد بلورية
ملحية الطعم .

وقد سبق الكلام عن عنصرين من هذه العناصر مولدات

الملح هما الفلور والكلور . وفي السطور التالية نسوق الحديث
عن البروم واليود .

* * *

من المستنقعات الملحية القريبة من منتبيليه Montpellier بفرنسا
أخذ بالار Balarad الباريسي ١٨٢٦ بعض الماء وحضر منه
بلورات من الملح . . ولما مرر بالار تيار من غاز الكلور
في السائل المتخلف لاحظ تلون السائل بلون أصفر قائم فبخر
هذا السائل ثم عالج الرواسب التي تخلفت بعد البخر بتسخينها
مع ثاني أوكسيد المنجنيز وحامض الكبريتيك القوي فحصل
على سائل أحمر قائم له رائحة قوية نفاذة ممقوطة . وسمى بالار
هذا السائل الأحمر « المورايد » muride .

وعرف هذا المورايد بأنه عنصر وعرف أنه يشبه الكلور والفلور
واليود في توليده الملح فاعتبر ضمن مجموعتهم وتغير اسمه من
المورايد إلى البروم نسبة إلى رائحته الكريهة فكلمة Bromos كلمة
يونانية معناها رائحة كريهة .

والبروم كثير الانتشار في الطبيعة غير أنه لا يوجد في الحالة
العنصرية الصرفة فيوجد في ماء البحر — سيما مياه البحر
الميت — على هيئة بروميدات الصوديوم والبوتاسيوم والمغنسيوم
كما أن بعض مياه الينابيع الملحة كالتى توجد بالقرب من

ولايتى أهيو وميشجان بأمريكا . وكذا بعض الرواسب الملحية كالتى توجد بالقرب من ستاسفورت تحتوى على نسبة من هذه البرميدات ويوجد البروم أيضاً بنسبة قليلة فى الأعشاب البحرية فرماد هذه الأعشاب يحتوى على ٧,٠ فى المائة منه . والبروم سائل أحمر قائم ثقيل يزن الستيمتر المكعب منه ١٢,٣ من الجرام . . والبروم والزئبق هما العنصران السائلان فى درجتى الضغط والحرارة العاديتين . . على أن البروم وإن كان يغلى فى درجة ٥٩ إلا أنه سريع التطاير وبخاره الأحمر سام ممقوت خائق يؤذى العين ويهيجها . . والسائل إذا أصاب الجلد أحدث آلاماً مبرحة وحروقاً بليغة . . ولعلاج حروقة يغسل الجزء المصاب بمحلول مخفف من بيكربونات الصوديوم ثم بالكحول وأخيراً بمحلول من حامض التنيك .

والبروم قليل الذوبان فى الماء كثيره فى الكلوروفورم وكلوريد الكربون الرابع وكبريتيد الكربون الثانى والبتزين . . وهو يشبه الكلور فى قدرته على قصر الألوان .

ومركبات هذا العنصر على جانب عظيم من الأهمية فى الطب والصناعة — وأهم مركباته المستعملة فى الطب بروميدات البوتاسيوم والصوديوم والألومينيوم . . كما أن برميدات الفضة والكادميوم تستعمل فى صناعة التصوير الشمسى . . وهناك

بعض مركبات منه تستعمل في الصباغة .

* * *

في عام ١٨١١ كان برنارد كورتوا الفرنسي B. Courtois
 يجهز - كعادته ملح الصخر (نترات الصوديوم) من رمل
 الأغشاب البحرية التي جمعها من سواحل نورماندى وبريتاني
 فأحرق كورتوا هذه الأعشاب وبينما هو يعالج السيل المتخلف
 بحامض الكبريتيك القوى دهش إذ لاحظ غيوماً بنفسجية
 اللون عند تبريدها تحولت إلى بلورات لماعة رصاصية اللون .
 وكان كورتوا كيميائياً ماهراً امتحن هذه المادة الجديدة
 وعرف الكثير من خواصها وانتهى من امتحانها لها بأنها ربما
 كانت عنصراً . . وحالت مشاغل كورتوا وأعماله العديدة
 دون التحقق من إثبات ذلك . . فكلف اثنين من الكيميائيين
 الفرنسيين هما كليمنت وديسورم Clément & Désorme
 لاستئناف البحث وتقصى هذه المادة الغريبة . . وفي عام ١٨١٣
 نشرنا نبذة عما توصلوا في بحثهم وتقصيرهم . . ثم تتابعت
 أبحاث بعد ذلك قام بها دافى وجاى لوسالك فتحقق لها أن هذه
 المادة بسيطة فضمت إلى قائمة العناصر وسميت يوداً نسبة إلى
 لون بخارها البنفسجي . . ذلك اللون الذي فصح أمر هذا العنصر
 وساعد على اكتشافه . ومعنى يود باللغة اليونانية بنفسجي . .

وظل هذا العنصر معدوداً من جملة المواد العجيبة عدة سنوات ... وكان استعماله قاصراً على بعض الأعمال الكيميائية .. وعند ما أخذ الأطباء ينسبون ما في الإسفنج من الخواص الطبية النافعة لعلاج بعض الأمراض إلى وجود اليود فيه — كثر طلبه وشاع استعماله خصوصاً بعد أن عرفت فوائده في صناعة الفوتوغرافيا .

وعنصر اليود لا يوجد صرفاً في الطبيعة . . وماء البحر يحتوى مقادير قليلة منه كما يحتوى ملح نترات الصوديوم الذى يستخرج من بلاد شيلي على جزئين بالوزن من يوديد الصوديوم فى كل ألف جزء . . . والأسماك والمحار والإسفنج والأعشاب البحرية تحتوى أيضاً على مقادير من اليود .

ويحضر اليود إما من نترات البوتاسيوم الشيلي (وهى أهم مصادره) أو من الأعشاب البحرية التى تجلب من شواطئ إيرلندا واسكتلندا والشمال الغربى لفرنسا .

واليود جامد حُرشفى القوام يلمع لمعاناً معدنياً . . أما لونه فضاضى قاتم . وهو يصبغ الجلد إذا وقع عليه . ثقله النوعى ٤,٩ يسيل فى درجه ١١٥ فإذا ارتفعت الحرارة إلى حوالى ٢٠٠ تحول إلى بخار بنفسجى جميل . . . وبنخاره أثقل من الهواء بحوالى تسعة أضعاف . . وطعم اليود مر نوعاً وأما رائحته فخفيفة

تذكرنا برائحة الكلور . . وهو قليل الذوبان في الماء — يذوب
بنسبة ٠,٢٩ من الجرام في اللتر . . أما الكحول والبنزين
والأثير والأسيتون وثاني كبريتيد الكربون فسوائل تذيب اليود
بسرعة . . ومذوبه في السائلين الأولين له لون بني قاتم وأما في
السوائل الباقية فينفسجى .

ومن أهم صفات اليود تلوين مذوب النشا لوناً أزرق جميلاً
كما يظهر ذلك في فعل بخاره في حبيبات النشا . . وينتفع بهذه
الخاصية في الكشف عن اليود .

وإنتاج العالم من اليود يقدر بحوالى ١٥٠٠ طن في السنة
ويستغل الجزء الأكبر من هذا الإنتاج في الأغراض الطبية
وصناعة العقاقير . . كما يستغل جزء منه في الصناعة فقوائده
في التصوير الشمسى وفي الصباغة لا تنكر . . ومحلوه مطهر
معروف وقاتل للجراثيم ويحضر المحلول المعروف بصبغة اليود
بإذابة اليود مع يوديد البوتاسيوم في قدر قليل من الماء ثم
يخفف المذوت بكحول نقي درجة ٩٠ فإذا كانت نسبة اليود في
المحلول ١٠ جرامات لكل ١٠٠ سنتيمتر من الكحول سمي
بالمحلول الثقيل أو القوي *Liquor iodi forti* وإذا كانت نسبة
٢,٥ من الجرام لكل ١٠٠ سنتيمتر من الكحول سمي بالمحلول
الخفيف أو الضعيف *Liquor iodi mitis* وهناك ما يعرف

بالصبغة الفرنسية أو صبغة اليود البسيطة *Liquor iodi simpley* وهي تحتوى على ٩ جرامات من اليود المذاب في ١٠٠ ستيتر من الكحول الذى درجته ٩٥

* * *

واليود من المواد اللازمة للجسم ففى بعض البلاد يضيفونه إلى ماء الشرب كما أن بعض الناس فى بريطانيا يستعملون ملح الطعام مضافاً إليه مقادير مناسبة من مركبات اليود . هذا وقد أثبتت التجارب أن اليود إذا ما أدخل فى طعام الدجاج أنتج بيضاً أكثر من المعتاد . . كما أن الماشية والأغنام إذا ما عولج طعامها به درت الأولى لبنا وفيراً وأعطت الثانية مزيداً من الصوف .

الباب الثالث

الكربون

١ - هذا العنصر

في أواخر القرن الثامن عشر سجل التاريخ ثورتين . . الثورة الأمريكية . والثورة الفرنسية . وفي هذه الفترة بالذات . . وعندما كان توماس جيفرسون يحرر صك الحرية في فيلادلفيا . . وكانت الملكة أنطوانيت تفقد رأسها تحت سكين المقصلة في باريس باسم الحرية والإخاء والمساواة . . في هذه الفترة بالذات قامت ثورة من نوع آخر لها من الأهمية ما لها من الثورتين . . ثورة علمية أطاحت بالقديم من المعتقدات والنظريات العلمية الفاسدة . . وهب الكيميائيون يقيمون دعائم علمهم على أساس من الحقائق متين . . وأضحت الكيمياء علماً له من القواعد والأصول ما لغيره من العلوم . . ولم تعد فناً من فنون الحيل والشعوذة والمعتقدات الباطلة .

وكان زعيم هذه الثورة هو أنطوان لافوازييه . . الكيميائي الفرنسي الذي كافأته حكومة الشعب . . لما أسداه للعلم من

جليل الخدمات . . بالانتهام بالإلحاد والعمل ضد الشعب . .
وقدمت رأسه إلى المقصلة التي لا تشبع من الدماء ولا ترتوى .
ففي الوقت الذي قام فيه واشنجتون في أمريكا يجمع شمل
ولاياتها وينادي باتحادها . . كان لافوازييه في فرنسا يجري
تجاربه على المركبات يفكك أواصرها ويعيدها إلى عناصرها
الأولية . . فتزعم مدرسة الكيميائيين الحديثة ونادي بأن المواد
المختلفة لا يمكن دراستها دراسة وافية . ولا معرفة خصائصها الكيميائية
إلا بعد معرفة تركيبها . . ومن أمثلة ذلك أنه اختبر السكر وبين
أنه يتركب من ثلاثة مواد جوهرية هي الكربون والهيدروجين
والأوكسجين . . وأن هذه الثلاثة تتحد في السكر بنسبة
ثابتة لا تتغير أبداً .

والآن يوجد في الطبيعة ما يزيد عن التسعين عنصراً . .
وهذه العناصر هي الأساس في تكوين كل ما يقع تحت
حواسنا من ماديات . . وذلك باتحادها مع بعضها اتحاداً
بسيطاً أو معقداً بنسبة ثابتة تختلف باختلاف المواد كاتحاد
عنصرى الصوديوم والكلور لتكوين ملح الطعام . . واتحاد
عناصر البوتاسيوم والكروميوم والأوكسجين لتكوين الملح
المعروف بيكرومات البوتاسيوم . . غير أن هناك عنصراً واحداً
من هذه العناصر له قوة اتحادية معقدة جبارة . . إذ تزيد

عدد مركباته المعروفة الآن عن نصف مليون مركب . . . ويكاد هذا العدد يفوق عدد المركبات التي تنتجها بقية العناصر . وهذا العنصر هو الكربون . . .

وهو الذي يوجد في كل الكائنات الحية نباتية كانت أو حيوانية . . .

وهو الذي قال عنه أرمسترونج H. E. Armstrong إنه العنصر الذي تسير معه الحياة جنباً إلى جنب . . .

والمواد المشتقة من الكائنات الحية — نباتية أو حيوانية — تعرف بالمواد العضوية Organic substances وقد عرف الكثير من العمليات الكيميائية العضوية منذ أزمان بعيدة فكان قدماء المصريين يصنعون النبيذ من عصير العنب ويستخلصون الزيوت والدهون من الحيوان والنبات .

والكحول — وهو من المركبات العضوية — عرف منذ القرن الثاني عشر فقد ورد ذكره في مخطوط يرجع تأريخه إلى ذلك القرن . . . ومما ورد في هذا المخطوط ما يلي : —

« عند خلط النبيذ النقي القوى بقدر من الملح وتسخين الخليط في آنية مناسبة لهذا الغرض نتج (ماء) قابل للاشتعال . » فهذا (الماء) القابل للاشتعال هو السائل الذي نعرفه الآن باسم الكحول . . . والذي أطلق عليه هذا الاسم هو براسيلسوس

Paracelsus (١٤٩٣ - ١٥٤١) .

ومن المركبات العضوية التي عرفت قديماً أيضاً الصابون الذى كان يجهز بإحماء زيت الزيتون أو شحم الغنم للدرجة الغليان مع محلول من رماد بعض النباتات (القلى) أى كربونات الصوديوم أو البوتاسيوم . . كما عرفت بعض الأصباغ وبعض العطور والسموم وكلها من مركبات الكربون . . هذا ويقولون إن الأثير - ذلك السائل الطيار - الذى يستعمل فى التخدير والتطهير وشئى الأغراض الأخرى عرف فى القرن الخامس عشر . والذى اكتشفه هو بازيل فالنتين . . غير أن هناك ما ينفى هذا القول إذ أن فالنتين هذا لم يعيش فى ذلك القرن بل بعده . . لأن الكتب المنسوبة إليه كتبت فى القرن السابع عشر .

وهذا الزعم - صح أو بطل - إن دل على شئء فإنما يدل على أن الكثير من مركبات الكربون العضوية قد عرفت فى الأزمان القديمة .

وفى أواخر القرن الثامن عشر نجح كارل ولهم شيل فى استخلاص بعض المركبات العضوية من مصادرها الأصلية فحصل على حامض الطرطريك من العنب وعلى حامض الجاويك (البنزويك) من صمغ الجاوى . . كما اكتشف

مركب الاسيتالديهيد العضوى واستخلص الجلسرين . .
 وحصل على حامض الالبنيك من الابن الحامض . . وفى الستين
 الأخيرتين من حياته وجه أبحاثه لتحضير حامض الأكساليك
 بأكسدة السكر واستخلاص حامضى الستريك (الليمونيك)
 والمليك (التفاحيك) من الليمون والتفاح . . غير أن الفضل
 فى معرفة كنه هذه المركبات واستجلاء سرها يرجع إلى
 لافوازييه مؤسس المدرسة الحديثة وصاحب نظرية الاحتراق
 الذى بين أن الحياة عبارة عن عملية احتراق بطيئة . وأظهر
 العمل الأساسى الذى يقوم به عنصر الكربون مع الأوكسجين
 فى الحياة الحيوانية والنباتية . . والذى أثبت — بحرقه الكثير
 من المركبات العضوية التى كانت معروفة فى أيامه — أن
 هذه المركبات تتكون من اتحاد الكربون والهيدروجين فقط .
 أو مع بعض عناصر أخرى كالأوكسجين والأزوت
 بنسبة ثابتة تختلف باختلاف هذه المركبات .

الكربون والحياة

وصف أرمسترونج الكربون بقوله : —

« يقف عنصر الكربون كالكوكب المضيء وسط سر الحياة الغامض »

والحياة سر أزلى حار الأقدمون والمحدثون إى معركة كنهه واستجلاء غوامضه . . فما نعرف من أمر الحياة سوى مميزاتها ومظاهرها التى تبين لنا الفرق بين الكائنات الحية والجمادات . . فمن مميزات الحياة الحركة . . وحركة الكائن الحى ليست كحركة الجماد بل هى حركة تتطلبها ضروريات الحياة وعوامل البقاء . . ومن مميزاتها أيضاً التغذية . . والكائن الحى — على اختلاف أنواعه — يأخذ الأغذية إلى داخل جسمه ويطلق عليها شتى العصارات والخمائر فتفعل هذه فى الأغذية فعلا كيميائياً يتولد عنه طاقات عديدة يستفيد منها الكائن الحى فى نموه وأوجه نشاطه المختلفة . . فمن هذه الطاقات ما يمد الجسم بالحرارة ومنها ما يمدّه بالقدرة الآلية وغير ذلك من

الطاقات الأخرى . . وهذا هو الفعل الكيميائي الذي وصفه
لافوازييه بأنه عملية احتراق بطيء . . .

وكل كائن حي — بسيط كان أو معقد — يتكون من
وحدات أساسية تعرف بالخلايا . . وهذه الخلايا تحتوى على
مادة الحياة . . تلك المادة التي عجز العلماء حتى الآن عن
استجلاء سر تركيبها . .

وتتكون مادة الحياة هذه من مركبات عضوية هي
الهيدروكربونات والشحوم والبروتينات . . والمركبان الأولان
عناصرهما الكربون والهيدروجين والأكسجين . . أما البروتينات
فأكثر منهما تعقيداً إذ يدخل ضمن تركيبها عناصر الأزوت
والكلور والكبريت والصوديوم والبوتاسيوم والكالسيوم والمغنسيوم
والفوسفور والحديد . . ولقد حاول الكثير من العلماء أمثال
إميل فيشر F. Fischer وشتزنبرجر Schutzenberger وغيرهما تحضير
هذه المادة الحية بعمليات بنائية تكوينية Synthesis ولكن
مساعيهم ذهبت سدى وذلك لعدم توصلهم إلى معرفة تركيبها
الكيميائي المعقد بالضبط . . فجزئيات هذه المادة صغيرة
متناهية في الصغر وتتكون من عدد هائل من الذرات
فمن أمثلة ذلك أن اليحمور (المادة الملونة في الدم)
وهو من البروتينات البسيطة التركيب يحتوى الجزئىء الواحد منه

على ما يزيد عن ٦٠٠ ذرة كربون وأكثر من ١٠٠ ذرة هيدروجين وما يقرب عن ٢٠٠ ذرة أوكسجين وأزوت . . . وتكوين المواد العضوية أى الكربونية من عمل الأجسام الحية أى أنه لا يتم إلا بوساطة القوى الحيوية *vis vitalis* فى الأعضاء الحية للحيوان والنبات . . . وكان الاعتقاد السائد حتى أواخر القرن الثامن عشر أن مثل هذه المركبات لا يمكن بنائها فى المعمل بطرق تكوينية إلا أن بعض الكيميائيين توصلوا إلى صنع بعضها مثل حامض الأكساليك وحامض النخل (يوجد فى النمل) . . . على أن هذه المركبات العضوية التى صنعت صنعاً كانت نقطة البدء فى تحضيرها مواد عضوية أخرى . . . وأن أحداً لم يتوصل إلى صنع مركبات عضوية من مواد غير عضوية صرفة . . . فالقول بأن مركب البولينا الذى حضره فوهرل Wohler فى معمله عام ١٨٢٨ من سيانات النوشادر قد زعزع الاعتقاد بضرورة توسط القوى الحيوية فى تكوين المركبات العضوية . قول على شىء غير قليل من الخطأ لأن السيانات نفسها تحضر من مصادر عضوية كالحوافر والقرون . . . وكان تحضير مركبات الكربون فى المعمل فتح له خطره فى ميدان العلم قام عليه فرع جديد فى الكيمياء له دراساته الخاصة وأبحاثه المستقلة . . . ويعرف هذا الفرع بالكيمياء

العضوية أو كيمياء المواد التي يدخل الكربون في تكوينها . . .
ومن العلماء الذين لهم الفضل في التوسع في دراسات مركبات
الكربون العالم فريدريك أوجست كوكلي A F. Kekulé الذي
بين خاصية هذا العنصر في اتحاد ذراته بعضها ببعض على
هيئة سلسلة مفتوحة أو مقفلة مكوناً بذلك مركبات لا يكاد
يحصيها العد .

ولندع كوكلي يصف لنا كيف تواردت هذه الفكرة إلى
خاطره أثناء وجوده بلندن :—

قال الأستاذ جاب Prof. Japp عام ١٨٩٨ — قال كوكلي :
« كنت عائداً إلى داري في ليلة صيف صافية في آخر
سيارة للركاب . . وكانت السيارة تجتاز شوارع لندن المقفرة
في تلك الساعة المتأخرة من الليل . . وما هي إلا لحظات حتى
أخذتني إغفاءة رحت بعدها في ما يشبه الحلم . . ورأيت فيها
يرى الحالم الذرات تتراقص أمام عيني . . وكانت هذه الأجسام
المتناهية في الدقة في حركة دائمة . . وكنت قبل ذلك أعرف
أن الذرات تتحرك غير أنني لم أكن قادراً على تمييز حركاتها . .
والآن وأنا في غيبوتي هذه رأيت كيف يتحد ذرتان صغيرتان
ببعضهما . . وكيف يتكرر هذا الاتحاد وينضم كل زوج
بالآخر في سلسلة لا نهاية لها . . »

وفي العصر الحاضر ازدهر هذا الفرع من العلوم ازدهاراً كبيراً . . وباتت الكيمياء حيوية وغير حيوية تتغلغل في كل ناحية من نواحي حياتنا في السلم وفي الحرب على السواء .

٣

صور الكربون

عرف الإنسان الكربون منذ معرفته للنار . . عرفه في صورتي الفحم النباتي والسناج (السخام أى الهباب) . . والفحم النباتي والسناج مادتان يتخلفان من احتراق الحطب وأغصان الشجر . . ويقولون إن الرومان كانوا يصنعون السخام بحرق المواد الراتنجية Resin أو الصمغية ويستعملونه في عمل الحبر وبعض الأصباغ والبويات . . والماس وهو أنقى صور الكربون عرف أيضاً منذ الأزمان القديمة رغم ندرته في العالم باستثناء الهند . . فقد وصفه بليني بأنه بلورات شفاقة عديمة اللون لها زوايا ست . . سطوحها لماعة تنتهي على شكل هرم محدد الرأس أو على شكل هرمين كثيرى السطوح لها قاعدة مشتركة . . وقال أيضاً إن قطع الماس الصغيرة تستعمل بمعرفة الحفارين وصانعي الحلي

في أغراض شتى . وذلك لما للماس من قدرة كبيرة على خدش معظم المواد مهما كانت صلابتها . .

وفي عام ١٦٠٤ ع ف دى بوت De Boot الماس بأنه مادة كبريتية نارية وبعده بقرن من الزمان وصفه السير إسحق نيوتن Sir Isaac Newton بأنه مادة قابلة للاشتعال.. ثم جاء أفيراني Averani فأجرى حرق قطعة من الماس أمام الدوق كوزمو الثالث دوق توسكاني . . وفي عام ١٧٧٥ بين لافوازييه أن ناتج احتراق الماس النقي هو الكربون الصرف . . وأثبت تينانت Tennant ذلك أيضاً عام ١٧٩٧، وفي عام ١٨١٤ قال دافى إنه ما دام ناتج احتراق الماس هو ثاني أوكسيد الكربون . . فالماس كربون صرف . . وما ناتج الاحتراق هذا سوى الكربون الذى هو في صورة الماس متحداً مع أوكسجين الهواء عند الاحتراق .

وفي عام ١٨٠٠ كان ماكتزى Mackenzie قد أثبت أن مادة الجرافيت — مثل فحم الخشب والسناج والماس — صورة من صور الكربون العديدة .

وهناك صور أخرى للكربون نذكر منها فحم الكوك والفحم الحجري والفحم الحيواني وفحم المعوجات .

الفحم النباتى — أو فحم الخشب . . ونحصل عليه بحرق الخشب فى قدر محدود من الهواء أو بتقطيره تقطيراً إتلافياً . . وهو مادة مسامية لها القدرة على امتصاص الغازات والسوائل الطيارة والمواد الملونة . . وهذا الفحم إذا عولج ببخار الماء الساخن — تحت ظروف خاصة — تحول إلى ما يعرف بالكربون النشط أو الكربون الفعال . . والكربون النشط المجهز من فحم قشر جوز الهند يستعمل فى الكمادات الواقية من الغازات السامة وفى بعض الأغراض الكيميائية . .

السناج — أو السخام أو النيلج . . كربون فى صورة مسحوق ناعم . . الصنف المتجرى منه يكون — عادة — مختلطاً ببعض الغازات والزيوت . . غير أن تحضيره على درجة كبيرة من النقاء ميسور للغاية . . ويصنع هذا النوع من الكربون بحرق البترول أو النفطالين أو الغاز الأسود (الخام) أو المواد الكربونية الأخرى فى أفران خاصة مع قدر محدود من الهواء يسمح فقط بإتمام عملية الاحتراق . . فيتصاعد السناج من المواد المحترقة فيمر فى أنابيب من التيل أو جلد الأغنام ويعلق بها . . . فتؤخذ هذه الأنابيب ويفصل منها السناج . . . ويستخدم نصف السناج الذى ينتجه العالم تقريباً فى صناعة إطارات السيارات لأن الإطارات التى تحتوى على ٢٥

فى المائة منه تتحمل خمسة أضعاف ما يتحملة مثيلاتها المصنوعة من المطاط الصرف . . . ويستخدم السناج أيضاً فى صناعة بعض الأحبار وفى عمل ورق الكربون . . . كما يستخدم فى صناعة أقراص تسجيل الصوت (أسطوانات الفونوغراف) وفى بعض الأصباغ والدهون .

الماس — توجد أهم حقول الماس فى جنوب أفريقيا وفى أمريكا الجنوبية وفى الهند كما يوجد الماس أيضاً فى أستراليا وبعض الممالك الأخرى . وقد أمكن عمل ماس صناعى ولكن صناعته لا يمكن أن تعد ناجحة لما يكتنفها من مصاعب . . . وأول من حضر الماس الصناعى هو مواسان الفرنسى عام ١٨٩٣ . . . وتتلخص طريقته فى أنه سكب مظهر الحديد على كربون نقى ثم برد المخلوط بسرعة وذلك بوضع البودقة التى فيها هذا المخلوط وهو فى درجة ١٥٠٠ مئوى فى مظهر الرصاص الذى درجته ٣٣٠ فقط . . . أخذ مواسان كتلة الحديد بعد ذلك ووضعها فى حامض الهيدروكلوريك فذاب الحديد وتخلف راسب هو دقائق صغيرة من الماس والجرافيت .

وحاول آخرون — بعد مواسان — تهذيب هذه العملية بغية الحصول على الماس الصناعى على نطاق واسع غير أنهم لم

يوفقوا إلا في تحضير ماسات صغيرة للغاية لا يزيد قطر الواحدة منها على المليمتر الواحد . .

والماس — كما هو معروف — أصلب المواد على الإطلاق لذلك وضعه الأستاذ موهس الألماني Prof. F. Mohs أستاذ التعدين (١٧٧٣ — ١٨٣٩) على رأس قائمة الصلابة التي وضعها لعشرة من الأحجار التي توجد في الطبيعة ورتبها حسب صلابتها كما يلي :—

- | | |
|-------------------|---------------|
| ١ — الماس | ٦ — الأيتايت |
| ٢ — الكاربورايدوم | ٧ — الفلورايت |
| ٣ — الطوباز | ٨ — الكالسايت |
| ٤ — الكوارتز | ٩ — الجبس |
| ٥ — الفلسبار | ١٠ — الطلق |

فكل مادة في قائمة موهس هذه — أصلب من التي تليها في الترتيب لذلك فهي تخدشها وتؤثر فيها . .

ويمتاز الماس بعلو معامل كسره لأشعة الضوء المختلفة . . وهو يظهر شفافاً إذا ما تعرض للأشعة السينية بعكس الماس المقلد الذي يظهر معتماً في الأشعة المذكورة . لذلك كان التفريق بين الماسات الحرة والأخرى المقلدة سهلاً ميسوراً باستخدام هذه الأشعة .

وليس للماس نشاط كيميائي يذكر غير أننا إذا أحميناه مع كربونات الصوديوم تأكسد بالتدريج متحولاً إلى أول أوكسيد الكربون وإذا ما أحمى مع محلول بيكرومات البوتاسيوم في حامض الكبريتيك القوي تأكسد إلى ثاني أوكسيد الكربون.. والماس يبدأ في الاشتعال في الهواء عند درجة ٩٠٠ مئوى وعند احتراقه يتولد ثاني أوكسيد الكربون ويتخلف بعض الرماد الذى يكون - غالباً - سيليكاً . .

الجرافيت - وهذه صورة أخرى من صور الكربون اشتق اسمها من الكلمة اليونانية grapho ومعناها (أنا أكتب) وذلك لأن الجرافيت يستعمل فى صنع أقلام الرصاص - والجرافيت مادة بلورية لها لون رمادى مسود وملمس ناعم دسم . . وهو يوجد طبيعياً فى جهات كثيرة أهمها جزيرة سيلان وروسيا ووسط أوربا . . . واليوم يحضر الجرافيت صناعياً بطريقة أشيسون الكهربائية . . وتتلخص هذه الطريقة فى أن يؤخذ فحم الكوك النقى أو فحم الإنتراسيت ويسخن بشدة فى أفران كهربائية بمعزل عن الهواء . . فيتحول الفحم إلى جرافيت . والجرافيت جيد التوصيل للحرارة والكهربائية . . لذلك يستخدم فى تغطية سطوح المواد العازلة لتصير جيدة التوصيل للكهرباء . . وهو أنشط من الماس كيميائياً . . وإذا سخن

مع كربونات الصوديوم تحول مثله إلى أوكسيد الكربون الأول . . .

ومن أهم فوائد الجرافيت استخدامه في أغراض التشحيم وتلطيف احتكاك محاور العجلات والآلات المختلفة . . وهو يستعمل لهذه الأغراض على شكل عجينة مع الماء أو الزيوت المعدنية أو زيت الخروع . . ويستخدم الجرافيت أيضاً في عمل بواقي تتحمل الحرارة العالية كما يستخدم في صنع أقلام الرصاص وذلك بخلطه مع الطفل .

الفحم الحجري — تكون هذا الفحم من انحلال المواد العضوية النباتية انحلالاً بطيئاً بمعزل عن الهواء . . وقد جرت هذه العملية في الأرض — في الحقب الفحمي — على بعد مئات الأمتار من سطحها . . جرت أولاً بفعل بكتيريا التعفن في النباتات التي دفنت في الأرض بفعل عوامل الطبيعة النائرة منذ ملايين السنين وتمت — بعد مضي أجيال عديدة بمساعدة الرواسب المعدنية من طمي وطين ورمال ، وبمساعدة الحرارة الباطنية والضغط الهائل . . ويتركب الفحم من مركبات الكربون والهيدروجين والأوكسجين . . كما يحتوى على مركبات آزوتية وبعض مركبات عنصرى الفوسفور والكبريت . . وهذا التركيب إن دل على شيء فإنما يدل دلالة قاطعة على أن

النبات هو أصل الفحم الحجري . .
 وهناك أدوار جيولوجية أربعة مر بها الفحم الحجري إبان
 تكوينه وهذه الأدوار نلخصها فيما يلي :-

أ- الدور الأول . . وفيه يكون النبات في بدء تفحمه غير
 كامل النضج Peat ولا يحتوى في هذه الحالة إلا على ٦٠ في
 المائة من الكربون . . وفي العالم مساحات كبيرة من هذا الفحم
 الفج ففي الاتحاد السوفيتي ما يزيد على ٧٠,٠٠٠ ميل مربع
 وفي كندا حوالى ٣٧,٠٠٠ ميل مربع كما توجد مساحات كبيرة
 منه في بريطانيا وفي إيرلندا يعتبر هذا النوع من الفحم من
 أهم مصادر الوقود . . .

ب- الدور الثانى . . وفيه يكون الفحم أكثر نضجاً ويعرف
 باللجنات أو الفحم البنى Lignite or brown coal ويحتوى على
 ٦٧ في المائة من الكربون و ٢٤ في المائة من الهيدروجين
 والأكسجين و ٩ في المائة من الرماد . . وتوجد حقول هذا
 الفحم البنى في البلاد الألمانية ويقدر ما كان يستخرج منه
 في تلك البلاد بحوالى ١٥٠ مليون طن سنوياً .

ج- الدور الثالث . . وفيه يكون الفحم طبيعياً ويعرف
 بالفحم الناعم Bituminous coal ويحتوى على ٨٨ في المائة من
 الكربون وهو أكثر أنواع الفحم الحجري شيوعاً . .

د - الدور الرابع . . وفيه يكون الكربون قد بلغ درجة كبيرة من الجودة والصلابة ويعرف في هذه الحالة بالفحم الصلب أو فحم الأنتراسيت Anthracite ويحتوى على ٩٦ في المائة من الكربون .

والفحم الحجري عند تسخينه بمعزل عن الهواء أى بتقطيره تقطيراً إتلافياً يعطى مواداً غاية في الأهمية هي :-

١ - غاز الاستصباح . . يعطى الفحم الحجري عند تسخينه غازاً قابلاً للاشتعال . . وقد عرفت هذه الحقيقة منذ قرون ولكن أحداً لم يحاول الاستفادة من هذا الغاز إلا في عام ١٧٩٢ عندما استخدمه رجل ذكى أريب هو وليم موردوخ W. Murdoch في الإنارة والاستصباح . .

وفكر موردوخ في الاستفادة من هذا الغاز على نطاق واسع فحمل اكتشافه إلى جيمس وات J. Watt المخترع المشهور وأحد أصحاب مؤسسة بولتون وات الصناعية بيرمنجهام . . غير أن وات قابله بفتور - - باديء الأمر - - ولم يأبه بمقترحاته . . وفيما كان موردوخ يهم بالانصراف سقطت قبعته عفواً أو عمداً ، وأحدثت عند سقوطها على الأرض صوتاً غريباً جعل وات يحمق في القبة فاحصاً . . ودهش إذ وجدها مصنوعة من كتلة خشبية . . وعندئذ أدرك وات أنه أمام رجل غير

عادی فاستمع إليه هذه المرة باهتمام وراقته مقترحاته . . وما هي إلا أشهر معدودات حتى كانت مصانع بولتون ووات تنار بغاز الاستصباح

ويتألف غاز الاستصباح من جملة غازات هي :-

- (أ) غازات تحترق بلهب مضيء وهي الإيثيلين والإستيلين
 (ب) غازات تحترق بلهب شديدة الحرارة قليل الضوء وهي الهيدروجين والميثان (غاز المستنقعات) وأول أوكسيد الكربون .
 ٢ - القطران . . وهذا ثاني نواتج تقطير الفحم الحجري . . سائل كثيف أسود له رائحة خاصة . وهو خليط معد من حوالي ٢٠٠ مركب عضوي على الأقل . . والقطران يقطر بدوره وينتج من تقطيره مركبات لها أهمية كبيرة هي :-

- | | |
|---------------|------------------|
| ١ - نقثا | ٤ - زيت ثقيل |
| ٢ - زيت خفيف | ٥ - زيت أنتراسين |
| ٣ - زيت متوسط | ٦ - زفت |

وكل مركب من هذه المركبات يستقطر من القطران في درجة حرارة معينة فالنقثا وهي (أول قطفة) تستقطر عند درجة ١١٠ والزيت الخفيف في درجة بين ١١٠ و ٢٠٠ والزيت المتوسط في درجة بين ٢٠٠ و ٢٥٠ والزيت الثقيل في درجة بين ٢٥٠ و ٢٧٥ أما الأنتراسين فيستقطر في درجة بين ٢٧٥

و ٣٥٠ مثوي ويتخلف الزيت أخيراً . .

ومن النقا يستخلص البنزين^(١) Benzene والتولين . أما الزيوت فتعطي مركبات الزايلول أو انزايلين والفينول أو حامض الكربوليك (الفنيك) والنفثالين والكريزول والأنثراين . .

٣ - السائل النوشادري . . وهذا السائل أيضاً من مخلفات تقطير الفحم . . وهو عبارة عن نوشادر بخائب في بخار ماء يتصاعد عند التقطير . . ويستفاد بهذا السائل في الحصول على كبريتات النوشادر وذلك بتعادلته مع حامض الكبريتيك . . ومن هذه الكبريتات تحضر معظم أملاح النوشادر . .

٤ - فحم الكوك . . صورة أخرى من صور الكربون . . يتخلف في الإناء الذي يقطر فيه الفحم الحجري . . والكوك يحتوي من ٨٠ إلى ٨٥ في المائة من الكربون وعلى نسبة ضئيلة من المواد المعدنية والهيا-روجين . . ويستعمل هذا الفحم للوقود وهو يحترق بدون دخان تقريباً وتتولد من احتراقه حرارة عظيمة . .

٥ - فحم المعوجات . . تتحلل بعض المواد الهيدروكربونية الموجودة بالفحم الحجري عند تقطيره وينشأ من هذا الانحلال نوع من الفحم يتخلف على جدر المعوجات (الأواني) التي

(١) البنزين Benzene غير البنزين Benzine الذي يستعمل وقوداً للسيارات

تم فيها عملية التقطير . . وفحم المعوجات هذا صلب سنجابي اللون جيد التوصيل للكهربائية لذلك يستخدم في الأعمدة الكهربائية . . وهو لا يحترق بسهولة وإذا احترق تولدت عنه حرارة كبيرة وتختلف قليل من الرماد . .

هذا ويتخلف من عملية تكليس الفحم الحجري — عدا ما ذكر — غازات أخرى تكون — عادة — مختلطة بغاز الاستصباح — وهى مركبات سامة ولذا ينقى الغاز منها قبل استخدامه — وهذه الغازات هى : —

(أ) الهيدروجين المكبرت . . ويستدل على وجوده فى غاز الاستصباح بالراسب الأسود الذى يتخلف عند إمرار الغاز المذكور خلال محلول من خلات الرصاص

(ب) غاز ثانى أوكسيد الكربون . . وهو ضار عديم الفائدة فى غاز الاستصباح .

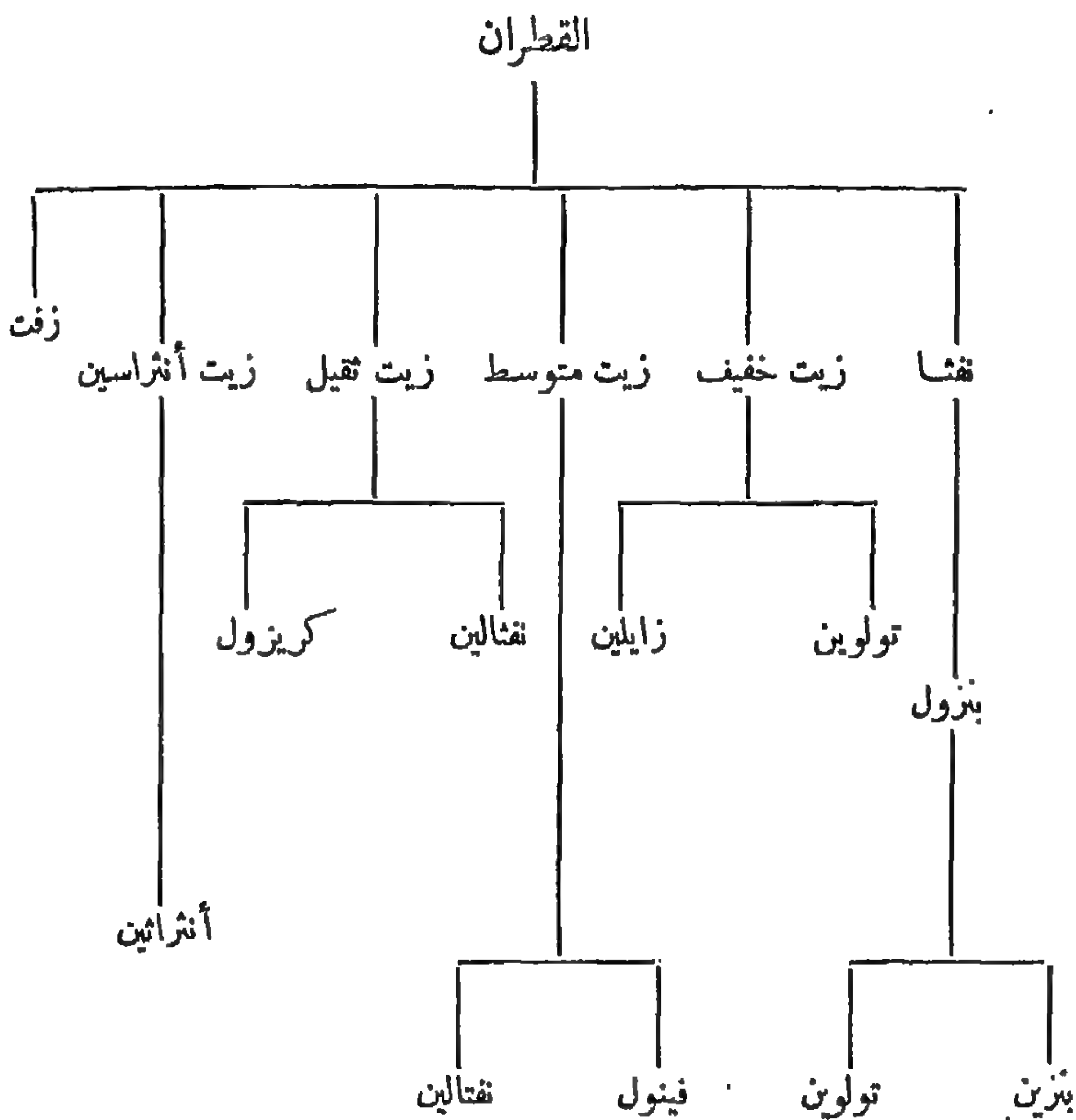
(ج) الأزوت . . وهو خامل عديم الفائدة أيضاً .

(د) السيانوجين . . وهذا غاز سام خطر وينقى منه غاز الاستصباح بإمراره على أوكسيد الحديد .

والفحم الآن تقوم عليه صناعة هامة هى صناعة البترول . . فقد أمكن الحصول على بترول صناعى باختزال الفحم . . وهى بريطانيا اليوم تصنع ملايين الجالونات من هذا البترول

سنوياً على طريقة برجىوس Bergius process وكل أربعة أطنان من الفحم تعطى طناً واحداً من البترول .

الفحم الحيوانى - من المعلوم أن العظام تتركب من مادة عضوية وأخرى معدنية فإذا سخنت هذه العظام بمعزل عن الهواء (قطرت تقطيراً إتلافياً) تحللت المادة العضوية وتحولت إلى غازات قابلة للالتهاب وماء وتختلف نوع من الفحم المسامى يحتوى على حوالى ١٠ فى المائة من الكربون و ٩٠ فى المائة فوسفات الكالسيوم . . وأهم فوائد هذا الفحم استخدامه فى إزالة الألوان النباتية وهو يستعمل فى تكرير السكر وإزالة ألوانه . . .



نواتج تقطير القطران تقطيراً إتسلافياً

أكاسيد الكربون

عرف للكربون أكاسيد نذكر منها ما يلي :-

١ - تحت أوكسيد الكربون - غاز سام عديم اللون له رائحة حادة وهو يتحد مع الأوكسجين بفرقة إذا سخن معه وينتج من اتحادهما غاز ثانى أوكسيد الكربون . .

٢ - أول أوكسيد الكربون - غاز عديم اللون والرائحة . . سام خطر إذا استنشق اتحد من فوره مع هيموجلوبين الدم مسبباً الإغماء فالوفاة . . ولما كان هذا الأوكسيد من الغازات التى يتألف منها غاز الاستصباح ويتولد عند احتراقه - وجب استعمال المواقد التى تعمل بغاز الاستصباح فى مكان يتجدد هواؤه . . وكذا يجب ألا تدار محركات السيارات فى جراجات مغلقة لأن وقود هذه المحركات (البنزين) يخرج أول أوكسيد الكربون ضمن نواتج احتراقه (العادم) . .

وأول أوكسيد الكربون إذا احترق فى الهواء أو الأوكسجين تحول إلى الأوكسيد الثانى . . والأوكسيد الأول لقوته الاتحادية يعتبر من المواد المختلة القوية خصوصاً فى درجات الحرارة

العالية . . ولذا يستعمل في اختزال الأكاسيد المعدنية وتحويلها إلى معادن . وهو يتحد مع الكلور اتحاداً مباشراً مكوناً مركب الفوسجين السام (غاز) . . وهذا الاتحاد لا يتم إلا في نور الشمس — وهذا هو السبب في تسمية هذا الغاز بالفوسجين Phosgene ومعناها Light produced أى الذى تولد بالنور . . ويتحد أيضاً اتحاداً مباشراً مع وجود عامل مساعد ساخن — بالأوكسجين مكوناً نوع من الكحول يعرف بالكحول الميثىلى أو الميثانول . . كما يتحد بالمعادن — تحت ظروف ملائمة من الضغط والحرارة — مكوناً ما يعرف بالكربونايلات ومن أمثالها كربونايلى النيكل وكربونيل الحديد . . .

٣ — ثانى أوكسيد الكربون — غاز عديم اللون والرائحة — طعمه حاد (طعم ماء الصودا) وأول من حضره هو فان هيلمونت فى أواخر القرن السابع عشر وذلك بتأثير الأحماض فى الطباشير ووصفه بأنه غاز لا يساعد على الاحتراق . . وفى عام ١٧٥٧ أثبت بلاك Black أن محلول الصودا الكاوية يمتص هذا الغاز .. ولم يعرف تركيبه إلا عام ١٧٨١ عند ما أثبت لافوازييه أنه مؤلف من الكربون والأوكسجين .

ويوجد هذا الأوكسيد فى غازات البراكين وفى الآبار والكهوف ... وذائباً فى ماء البحر وفى المياه المعدنية . . كما يوجد فى الهواء

الجرى بنسبة ٠,٣ و إلى ٠,٤ فى المائة من حجمه .. وىنتج هذا الغاز أيضاً من احتراق الكربون أو المواد الكربونية ومن عمليات التنفس فى الحيوان والنبات . ونسبته فى الهواء تظل دائماً ثابتة لأن النبات الأخضر يمتصه من الهواء — فى ضوء النهار — فىأخذ الكربون ويدخله فى غذائه ويخرج الأوكسجين للجو . . هذا ويوجد ثانى أوكسيد الكربون فى الطبيعة متحداً مع بعض الفلزات على هيئة أملاح تعرف بالكربونات . . ومن أمثالها كربونات الكالسيوم (الحجر الجيرى والرخام والطباشير) . .

وهذا الغاز يمكن إسالته وتجميده بسهولة . . وهو يذوب فى الماء بمقادير معقولة فالستيمتر المكعب من الماء يذيب ١,٨ منه وتزداد هذه الكمية بازدياد الضغط . فالمياه الغازية الصناعية تحتوى على مقادير كبيرة منه مذابة تحت ضغط عظيم . . ويستعمل الحامض المتجمد مرطباً بدلاً من الثلج . . كما يستعمل الغاز نفسه فى صناعة المياه الغازية (الغازوزة) وفى بعض أغراض إطفاء الحريق . .

مركبات الكربون العضوية

قلنا إن مركبات الكربون المعروفة للآن تزيد عن النصف مليون مركب . . وتتألف هذه المركبات — نباتية كانت أو حيوانية — من عدد قليل من العناصر هي الكربون والهيدروجين والأكسجين والأزوت . . وبعض هذه المركبات يحتوي على عناصر أخرى كالكبريت والفوسفور والهالوجينات (مولدات الملح) وبعض الفلزات . .

وتنقسم المركبات العضوية تبعاً للعناصر الداخلة في تركيبها إلى : —

أولاً : مركبات تتكون من الكربون والهيدروجين فقط ومن أمثلة هذه المركبات غاز الميثان وغاز الأسيتيلين والبتزين وتعرف هذه بالهيدروكربونات hydrocarbons .

ثانياً مركبات تتكون من كربون وهيدروجين وأوكسجين ومن أمثلتها :

١ — الكحولات alcohols مثل الكحول الإيثيلي والكحول الميثيلي وكحول البروباييل وكحول الهكساييل .

٢ - الألدهايدات aldehydes مثل الفورمالديهايد (الفورمالين) والأسيتالديهايد .

٣ - الكيتونات ketones مثل الآسيتون والبروبانون .

٤ - الأثيرات ethers مثل الأثير العادى .

٥ - الكربوهيدرات Carbohydrates وهى مركبات غاية فى الأهمية ومنها ما يعتبر من المواد الغذائية اللازمة مثل السكر بأنواعه والنشا والسليولوز .

٦ - الاسترات esters ومنها سلفات الميثيل وأكسالات الإثيل ونحلات الأميل وهى مركبات تستعمل كثيراً فى الصناعة . والمركب الأخير له رائحة الكمثرى ولذا يستخدم فى صناعة المستحضرات الغذائية .

ثالثاً : مركبات مكونة من كربون وهيدروجين وأزوت ومن مثيلاتها :-

١ - الأمينات amines وهى مركبات كربونية مشتقة من النوشادر لذلك فهى تشبهه فى خواصه القاعدية ومن أمثلة هذه الأمينات الإيثايل والميتايل أمين . . ثم الفينايل أمين أو الأنيلين وهو مركب هام يستعمل فى كثير من الأغراض الصناعية سيما فى الصباغة . . كما تستعمل بعض مركباته مثل الانتيبيرين antipyrin فى علاج بعض الأمراض .

٢ — بعض الألقالويدات alkaloids مثل النيكوتين الذى يستعمل أيضاً فى الأغراض الطبية لما له من فوائد علاجية كثيرة .
رابعاً : مركبات مكونة من كربون وهيدروجين وأوكسجين وأزوت ومن أمثلتها : —

١ — الأميدات amides مثل الأسيتاميد والفورماميد واليوريا (البولينا) .

٢ — بعض الألقالويدات مثل الأتروبين والكينين وهما مركبان غنيان عن البيان وفوائدهما الطبية لا تحصى .
خامساً : مركبات مكونة من كربون وهيدروجين وأوكسجين وأزوت وكبريت وفوسفور . . وهذه المركبات كثيرة الانتشار فى كل من مملكتى النبات والحيوان ومن أمثلتها زلال البيض والبروتينات .
سادساً : مركبات كربونية تحتوى على هالوجينات مثل مركبات الكلوروفورم والأيودوفورم ورابع كلورور الكربون وكلها مواد معروفة بقيمتها العلاجية .

سابعاً : مركبات كربونية تحتوى على فلزات ومن أهم أمثلتها طرطرات البوتاسيوم الأنثيمونى وهو مركب كثير الاستعمال فى علاج البلهارسيا كما يستخدم فى صناعة الصباغة .
هذا ومن الممكن الآن تحضير مركبات كربونية يدخل تركيبها أى عنصر من العناصر الأخرى .

الباب الرابع أحجار بناء الكون

١

هذه الذرة

عرف روبرت بويل العناصر بأنها مواد بسيطة لا يمكن أن يستخلص منها مواد أبسط وجاء دالتون J. Dalton فقسم المواد الموجودة في الكون إلى عناصر ومركبات وقال إنها جميعاً تتألف من ذرات العناصر على هيئة جزيئات . . فعنصر الأوكسجين مثلاً مؤلف من جزيئات الأوكسجين . . وكل جزيء من هذه الجزيئات يتألف من ذرتين متشابهتين من ذرات هذا العنصر . . والماء وهو مركب من الهيدروجين والأوكسجين مؤلف من جزيئات الماء . . وكل جزيء منه إنما يتألف من ذرتين من عنصر الهيدروجين وذرة واحدة من عنصر الأوكسجين . . وبذلك بين دالتون أن ذرات العناصر المختلفة هي أحجار بناء هذا الكون

عرف الإنسان — إذن — العناصر ، وعرف أنها تتألف

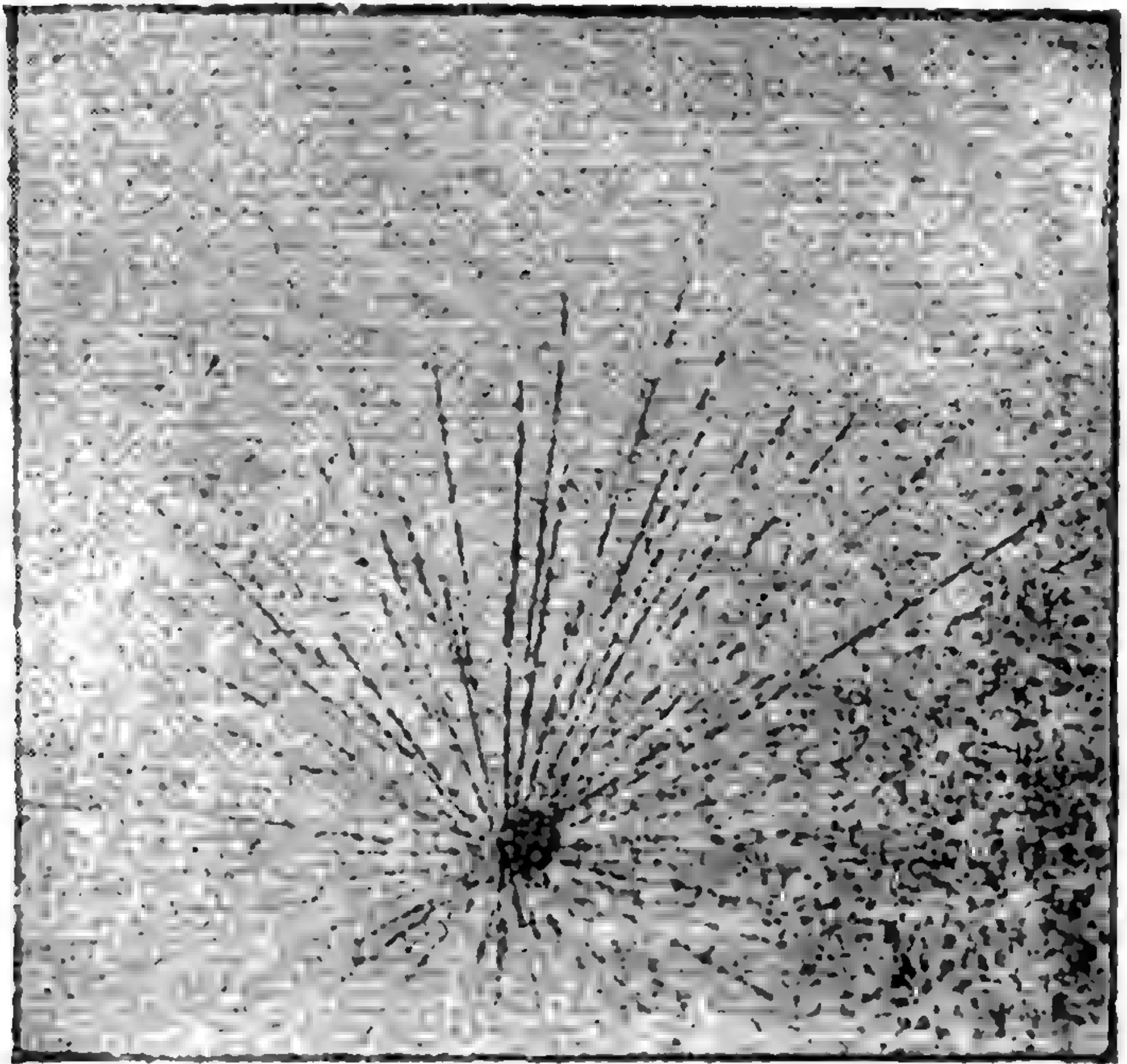
من جزيئات متراصة . . . وعرف أيضاً أن الجزيء يتألف من ذرات فهل انتهى الإنسان عند هذا ؟ . كلا إنه لم ينته . . . فالعلم لا يعرف حدوداً . . . وكلما ازداد الإنسان علماً تفتحت أمامه آفاق جديدة . . . والعقل البشرى يميل بطبعه إلى استجلاء أسرار الطبيعة والتعرف على خفايا الكون . . . وكثرت مباحث العلماء عن ماهية الذرة وهم تتركب مستعينين بالصبر مزودين بالدقيق من الآلات حتى إذا ما غربت شمس القرن التاسع عشر وبزغت طلائع القرن العشرين كانوا قد تمكنوا من هتك أستارها ومعرفة الكثير من أسرارها . . .

فتحت الذرة مغاليقها للإنسان فماذا رأى فيها ؟
 رأى ويالهول ما رأى ! ! ! قوة عاتية جبارة لو أنها انطلقت من عقالها لكانت أقوى فتكاً من أشد أنواع المتفجرات بألف المرات . . . وما ذكر القنبيلتين الذريتين اللتين ألقيتا — في الحرب الأخيرة — على هيروشىما وناجازاكي ببعيد عن الأذهان . . .

غزا الإنسان قلب الذرة فتم له نصر بعد نصر . . . عرف أن لها كيانه مستقلاً فصورها تصويراً فوتوغرافياً^(١) . . . وعرف الكثير

(١) كان أول من تمكن من تصوير الذرة بالفوتوغرافيا هو تشارلس ولسون

من دخائنها ومحتوياتها وأثبت أنها تتجزأ وتتحطم . . فمن العناصر ما تتحطم ذراته من تلقاء نفسها كالعناصر ذات الإشعاع الطبيعي ومنها ما يمكن تحطيم ذراته بأساليب معينة . . وبذلك نقوض الاعتقاد القديم القائل إن الذرة جوهر فرد . . وجزء لا يتجزأ . .



صورة فوتوغرافية لذرة يورانيوم تتحطم

ففي عام ١٩١١ أثبت الباحث الإنجليزي رذرفورد Rutherford
 أن الذرة تحتوي على جسيمات مكهربة هي عبارة عن بروتون proton
 يسبح حوله — وفي مدارات معينة — كهارب أدق منه تعرف
 بالالكترونات electrons . . ويحمل البروتون معظم وزن الذرة
 لأن وزن الكهارب من الصغر بحيث يمكن تجاهله . . فوزن
 الكهرب الواحد بالنسبة إلى وزن البروتون يساوي $\frac{1}{1836}$ تقريباً .
 ويختلف عدد الكهارب المحيطة بالبروتون باختلاف العناصر . .
 فذرة عنصر الهيدروجين مثلاً لها كهرب واحد يسبح حول
 البروتون في مدار واحد . . وذرة عنصر الهيليوم لها كهربان
 يسبحان في مدار واحد أيضاً . . بينما ذرة الأزوت لها سبعة
 كهارب يسبح اثنان منها في مدار والخمسة الباقية تسبح في
 مدار آخر أوسع من المدار الأول . .
 ويحمل بروتون الذرة شحنات كهربائية موجبة بينما تحمل
 كهاربها شحنات سالبة . . والشحنتان في الذرة على اختلافهما
 متساويتان وتعادل كل منهما الأخرى .
 ولم تقف مباحث علماء الذرة عند الحد الذي وصل إليه
 رذرفورد بل راحوا ينقبون في ثناياها بعزم لا يكل عليهم
 يوفقون في العثور على جسيمات أخرى غير البروتون والكهارب . .
 فأجروا تجاربهم على نوى (بروتونات) بعض العناصر مثل

الليثيوم والبريليوم والبورون مستعينين بالأجهزة الدقيقة فأدت
مباحثهم إلى اكتشاف جسيمات أخرى أهمها جسيم لا يحمل
شحنة كهربائية إطلاقاً لذلك سمي بالنيوترون neutron أى
المتعادل . . ويرجع الفضل في هذا الاكتشاف إلى مباحث
بوث وبيكر Bothe & Becker في ألمانيا ومباحث جوليو وزوجته
إيرين كورى في فرنسا وإلى مباحث تشادويك Chadwick
ولهذا الأخير الفضل في تسمية هذا الجسيم بالمتعادل . . وكان
ذلك في المدة بين ١٩٣٠ و ١٩٣٢ . .

والآن . . وبعد أن تمكن الإنسان من فلق نواة الذرة . . وبعد
أن صنع قنابل ذرية دمرت مدناً بأسرها . . هل تم له غزو
الذرة . . ؟

يقول فلاسفة هذا العصر كلا . . فإن ما عرف منها حتى
الآن جزء من كل . . وإنها لا تزال لغزاً . .

والحديث عن الذرة عامة ونواتها خاصة حديث طويل خطير
والإسهاب فيه ليس بمجاله هذا الكتاب (١).

(١) لطالب المزيد من المعلومات عن الذرة أن يرجع إلى « النار الخالدة » -

ترتيب العناصر

إن أول من حاول تقسيم العناصر وترتيبها حسب صنوفها هو لافوازييه الذى وضع الجدول التالى للعناصر التى كانت معروفة فى زمانه :

القسم الأول	القسم الثانى	القسم الثالث	القسم الرابع
الضوء	الكبريت	الأنثيمون الحديد	الجير
الحرارة	الفوسفور	الزرنىخ الرصاص	المجنىز با
الأوكسجين	الكربون	البرموت المنجنيز	البرايتا
الأزوت	الموريوم (الكلور)	الكوبالت الزئبق	الألومينا
الهيدروجين	الفلور	النحاس الموليبدنوم	السليكا
—	البورون	الذهب النيكل	—

وعنصر الفلور والبورون — المذكوران ضمن عناصر القسم الثانى — قد افترض لافوازييه وجودهما فقط . . وقد استخلصا وأضيفا إلى جدولته بعد وفاته . . أما عنصر الموريوم ذلك الغاز الأصفر المائل إلى الخضرة الذى حضره شيل وعرف بعد ذلك باسم الكلور فلم يكن لافوازييه متأكداً من أنه عنصر بسيط حتى أثبت دافى ذلك عام ١٨١٠ .

والضوء والحرارة أدخلهما لافوازييه في جدولهما لما لهما من آثار لا يمكن تجاهلها ولأنه كان يعتبرهما من الماديات . . كذلك جمع في قسم واحد الجير والمغنيسيا والبرائتا والألومينا والسليكا وكلها مواد عرفها بأنها أكاسيد معدنية وإن لم يكن أحد قد توصل إلى تحليل إحداها في ذلك الحين .

ونظرة واحدة في جدول لافوازييه هذا تدلنا على أن القاعدة التي أقام عليها تقسيمه للعناصر هي التفريق بين المعدني منها وغير المعدني . . فالقسمان الأول والثاني يضمنان فقط العناصر غير المعدنية، بينما يضم القسمان الثالث والرابع المعادن وأكاسيدها فقط. ولقد أخطأ لافوازييه إذ اعتبر السليكا أكسيداً معدنياً . . ويدل هذا التقسيم على حذق لافوازييه وبعد نظره . . فالفرق بين العناصر المعدنية والأخرى غير المعدنية ما كان ليهمل . . فلكل نوع مميزاته وخواصه الكيميائية والطبيعية التي يمتاز بها . . على أننا نجد بعض العناصر تشد عن هذه القاعدة . . لها من الصفات والخصائص ما يجعلها وسطاً بين المعادن وغير المعادن . . ولقد أحسن كوك Cooke الكيميائي الأمريكي في تفسير هذه الظاهرة حيث قال :

« يخيّل لنا أن الطبيعة تكره أن تفرق بين الأشياء بفروق

فاصلة قاطعة » .

فالزرنିخ والأنتيمون والسلينيوم والتوابر يوم كلها عناصر لها بعض صفات الفلزات وفي ذات الوقت لها بعض خصائص اللافلزات . . والصوديوم ذلك العنصر الذي عدوه من المعادن يختلف كثيراً عن المعدن « المثالي » فكشافته صغيرة ودرجتا انصهاره وغليانه واطثتان . وهذه صفات لا تتصف بها المعادن . . كما أن الجرافيت إحدى صور عنصر الكربون غير المعدني يكاد يكون من أحسن المواد الموصلة للكهربائية وهذه صفة من صفات المعادن .

* * *

وفي أوائل القرن التاسع عشر اكتشفت عناصر جديدة وقدرت الأرقام الذرية لكثير من العناصر . . وفي عام ١٨٢٩ لاحظ دوبرينيه Doberéiner أن بعض العناصر التي تتساوى في الخواص الكيميائية لها أوزان ذرية تكاد تكون متساوية : فالكوبالت وزنه الذري ٥٨,٩ والنيكل شبيهه في الخواص الكيميائية وزنه ٥٨,٧ . والوزن الذري للأوزميوم ١٩٢ وشبيهاه الإيريديوم والبلاتين وزنهما الذري ١٩٣ و ١٩٥ على الترتيب . . كما لاحظ أيضاً أن الأوزان الذرية لبعض هذه العناصر المتشابهة تزداد بنسبة عددية ثابتة — فمثلاً عنصر الليثيوم وزنه الذري ٧ وشبيهه الصوديوم وزنه ٢٣ — بزيادة ١٦ — وشبيههما البوتاسيوم وزنه ٣٩ — أي بزيادة ١٦ أيضاً .

وفي عام ١٨٥٠ بين بيتشكوفر Petienkofer أن الفرق بين وزن ذريين لعنصرين متشابهين في الخواص الكيميائية هو مضاعف عدد ثابت؛ فمثلاً الفرق بين الوزن الذري للشيوم (وهو ٧) وبين ذلك الذي للصوديوم (وهو ٢٣) يساوي ١٦ أي 2×8 وكذلك الفرق بين وزني الصوديوم (٢٣) والبوتاسيوم (٣٩) يساوي ١٦ أي 2×8 أيضاً . . . وبعد ذلك بزمان قصير اكتشف كوك أن هناك صلة أخرى عجيبة بين الأرقام والأوزان الذرية للعناصر المتشابهة . . . والجدول التالي يبين كيف تلعب الأرقام أدواراً عجيبة في الطبيعة

العنصر	الوزن الذري	الصلة العددية
الأزوت	١٤	
الفوسفور	٣١	$17 + 14 =$
الزرنيخ	٧٥	$44 + 17 + 14 =$
الأنتيمون	١٢٢	$122 = 14 + 17 + (2 \times 44)$ تقريباً
البزموت	١٢٠	$120 = 14 + 17 + (4 \times 44)$ تقريباً
الفلور	١٩	
الكلور	٣٥,٥	$19 + 16,5 =$
البروم	٨٠	$19 + (16,5 \times 2) + 28 =$
اليود	١٢٧	$127 = (19 \times 2) + (16,5 \times 2) + (28 \times 2)$
المجموعة الأزوت		
المجموعة الهالوجينية أو مولدات الملح		

وتساءل الكيميائيون : ترى ماذا وراء هذه الظاهرة العجيبة ؟ . وقال شانكورتوا Chancourtois العالم الفرنسى : « إن خواص العناصر هي خواص الأرقام » وأخيراً — وفى عام ١٨٦٤ رتب نيولاند الإنجليزى J. A. Newland العناصر التى كانت معروفة وقتذاك ترتيباً تصاعدياً بالنسبة إلى أوزانها الذرية . فوجد أن الخواص الكيميائية لها تتكرر — فى ترتيبه — تكراراً دورياً كل ثمانية عناصر . فالعنصر الثانى يشبه العنصر العاشر والثامن عشر . وكذا العنصر الثالث يشبه العنصر الحادى عشر والتاسع عشر وهكذا . . تماماً كما يحدث فى السلم الموسيقى الذى تتكرر خواصه كلما انتقلنا من قرار إلى جواب ثم من جواب إلى جواب الجواب وهكذا . .

وفى عام ١٨٦٩ وضع لوثر ماير الألمانى L. Meyer ودمترى ميندليف الروسى D. I. Mendelejeff ترتيباً للعناصر شبيهاً بذلك الذى وضعه نيولاند غير أن ماير جعل ترتيبه مبنيًا على الخواص الطبيعية للعناصر بينما جعله ميندليف مبنيًا على الخواص الكيميائية والأوزان الذرية . .

ولما رتب ميندليف العناصر فى جدولاه ترتيباً تصاعدياً بالنسبة لأوزانها الذرية — وضع عنصر الهيدروجين وهو أخفها أولاً — ثم وضع بعده الهيليوم فالليثيوم فالبريليوم فالكربون فالأزوت

فالأوكسجين . . وقد جعل ترتيبه هذا في صفوف أفقية وأخرى رأسية . . وجعل لكل صف أفقي ثمانية أقسام فكان إذا انتهى من الصف الأفقي رجع إلى أول قسم من الصف الذي يليه . . وبذلك انقسمت العناصر إلى جماعات أو أسر . . تقع كل جماعة أو أسرة في صف رأسى واحد . . وأفراد كل جماعة تتشابه فيما بينها في الصفات الكيميائية . . ومعنى هذا أن الصفات تتكرر تكراراً دورياً كل ثمانية عناصر . . ومن أمثلة ذلك أن العناصر المتشابهة الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم والروبيديوم والسيزيوم وقعت في صف رأسى واحد أي كونت جماعة أو أسرة . . كما كونت مولدات الملح (عناصر الفلور والكلور والبروم واليود) مجموعة لها أهميتها وشهرتها . . .

ويعتبر جدول ميندليف هذا من الأعمال المجيدة التي ساعدت على تقدم البحث والتي أدت إلى كشف عناصر جديدة كانت أماكنها خالية في الجدول . .

وقد وضع هذا العالم الروسى أمام كل عنصر في جدولته الرقم الذى يدل على وزنه الذرى جاعلاً عنصر الهيدروجين — لأنه أخف العناصر المعروفة — وحدة لهذا الوزن ومثقالاً . غير أن هذه الوحدة تغيرت فيما بعد حيث استخدم مثقال آخر يساوى $\frac{1}{16}$ من وزن ذرة الأوكسجين . . وهو يقل عن

المثقال السابق بنحو ثمانية أجزاء في الألف جزء . . والأوزان الذرية إذا قيست بموجبه كانت أقرب إلى الأعداد الصحيحة .
وفي عام ١٨٨٩ نشرت مجلة الجمعية الكيميائية الحقائق التي استنتجها ميندليف من جدولته وكان قد لخصها فيما يلي :
أولاً : العناصر إذا رتب بحسب أوزانها الذرية تشابهت خواصها تشابهاً دورياً .

ثانياً : العناصر المتشابهة في الخواص الكيميائية أوزانها الذرية متساوية تقريباً مثل البلاتين والإيريديوم والأوزميوم . .
أو تزيد زيادة ثابتة مثل الليثيوم والصوديوم والبوتاسيوم .
ثالثاً : العناصر الكثيرة الانتشار في الطبيعة لها أوزان ذرية صغيرة؛ فمثلاً الأوكسجين ووزنه ١٦ والسيليكون ووزنه ٢٨ والألومنيوم ووزنه ٢٧ كلها عناصر كثيرة الانتشار في الطبيعة فهي تشغل حوالي ٨٢ في المائة من القشرة الأرضية .

رابعاً : للأوزان الذرية أهمية كبرى في تقدير صفات العناصر . . كما أن لاجزءاً أهمية في تقدير صفات المركبات .
خامساً : يجب أن نتوقع اكتشاف عناصر جديدة في الأماكن الحالية بالجدول (١).

(١) اكتشف نيلسن Nelson عام ١٨٧٩ عنصر السكندريوم في المكان الخالي الذي تركه ميندليف في جدولته بين عنصر الكالسيوم وعنصر التيتانيوم .
واكتشف دي بويسبودران De Boisbaudran عام ١٨٧٥ ووينكلر Winkler عام ١٨٨٦ عنصر الجاليوم والجرمانيوم في الفراغين اللذين بين الزنك والزرنيخ

سادساً : يمكننا بما نعرفه من الأوزان الذرية الصحيحة أن نعدل ما يكون قد قدر من أوزان لبعض العناصر تقديراً غير صحيح . . كما يمكننا تحديد أوزان ما قد يكشف منها . . فمثلاً الوزن الذرى لعنصر التليريوم يجب أن يقع بين ١٢٣ و ١٢٦ أى بين وزنى عنصرى الأنتيمون واليود فهو يقع بينهما فى الترتيب .

سابعاً : هناك صفات معينة للعناصر يمكن معرفتها بالأوزان الذرية .

* * *

ومن طريف ما يروى أنه بينما كان ميندليف يلقى بحوثه — فى ترتيب العناصر — أمام المجمع العلمى الروسى قاطعه أحدهم وتساءل فى سخرية لاذعة :

« وماذا لو رتبنا العناصر ترتيباً أبجدياً بالنسبة لأسمائها ثم بحثنا عن التشابه فى خواصها على هذا الأساس » .

غير أن ميندليف أفحمه . . فإن ترتيبه وإن كان عددياً بحثاً إلا أنه ترتيب سليم مقنع ففى جدولته نجد التشابه بين العنصر الثانى والعنصر العاشر (أى الهيليوم والنيون) وكذا التشابه بين

العنصر الثالث والعنصر الحادى عشر (أى بين الليثيوم والصوديوم) تشابهها عجيباً وحقيقة واقعة لا تنكر .

ومن الحقائق التى لا تنكر أيضاً أن ترتيب ميندليف هذا قد أسهم كثيراً فى تقدم البحوث وساعد على اكتشاف كثير من عناصر كانت تخفيها الطبيعة بين أسرارها العديدة .

* * *

والحديث عن الأوزان الذرية والدور العجيب الذى تلعبه الأرقام فى جدول ميندليف يقودنا إلى الحديث عن أبحاث شاب إنجليزى يدعى هنرى موزيللى H.G.J. Moseley وحده عام ١٩١٣ — عند امتحانه العناصر المختلفة بالأشعة السينية — أن عدد الكهارب المحيطة بالبروتون (نواة العنصر) مساوياً تماماً للرقم العددى فى جدول العناصر . . أى أننا إذا رتبنا العناصر وفق أوزانها الذرية من الأنحف إلى الأثقل ثم رقمناها ترقياً عددياً مسلسلاً . . كان الرقم المقابل لكل عنصر يساوى عدد كهارب هذا العنصر . . ويعرف رقم العنصر بالرقم الذرى . . وفيما يلى العناصر الأولى فى الجدول وأمام كل منها الرقم الذى يدل على ترتيبه ، وهو فى الوقت ذاته يدل على عدد الكهارب المحيطة بنواته :

الرقم الذرى	عدد الكهارب	اسم العنصر
١	١	الهيدروجين
٢	٢	الهيليوم
٣	٣	الليثيوم
٤	٤	البريليوم
٥	٥	البورون
٦	٦	الكربون
٧	٧	الأزوت
٨	٨	الأوكسجين
٩	٩	الفلور
		وهكذا . . .

والأرقام الذرية تحدد الخواص الكيميائية والإشعاعية
للعناصر تحديداً يكاد يكون كاملاً .

أصناف العناصر

وقد ثبت أيضاً— بفضل أبحاث العالمين الإنجليزيين صدى وأستون Soddy & Aston أن ذرات العنصر الواحد التي كان يعتقد أنها متشابهة في جميع الوجوه . . بينها اختلاف في الوزن دون أن يكون لذلك تأثير في خواصها الكيميائية أو الإشعاعية . . وأن لكل عنصر من العناصر المختلفة ذرات مختلفة في الوزن متفقة في الرقم الذري . . فعنصر الهيدروجين مثلاً تجدده خليطاً من ثلاثة أصناف isotopes الوزن الذري للأول ١ والثاني ٢ والثالث ٣ بينما الرقم الذري لكل صنف من هذه الأصناف هو ١ — وعنصر الأوكسجين له ذرة وزنها ١٦ وأخرى ١٧ وثالثة وزنها ١٨ . . والرقم الذري لكل واحدة من هذه الذرات المختلفة هو ٨ — وكذا النحاس خليط من صنفين الوزن الذري للأول ٦٣ وللثاني ٦٥ . . وقد تصل أصناف العنصر الواحد إلى عشرة كما هو الحال في عنصر القصدير . . .

وتختلف النسب لأصناف العنصر الواحد فبعضها يوجد

بنسبة كبيرة بينما يوجد البعض الآخر بنسبة قليلة . . فاليورانيوم مثلاً يوجد خليطاً من أصناف ثلاثة . . صنف وزنه الذرى ٢٣٤ ونسبته ٦ . . . فى المائة وصنف آخر وزنه ٢٣٥ ونسبته ٠,٧١ فى المائة . . وصنف ثالث وزنه الذرى ٢٣٨ ونسبته ٩٩,٢٨٤ فى المائة . . والصنف يو ٢٣٥ هو الذى يستخدم فى عمليات توليد الطاقة الذرية الجبارة . . وهو يوجد بنسبة ضئيلة — كما أشرنا — لذلك كان فصله من اليورانيوم العادى يتطلب الكثير من الجهد .

ويحدد الوزن الذرى للعناصر — فى هذه الحالة — بتقدير متوسط أوزان الأصناف المختلفة للعنصر . . فنجد لذلك الوزن الذرى للهيدروجين يساوى ١,٠٠٧٨ والنحاس يساوى ٦٣,٥٧ وهكذا

* * *

وهناك أصناف أخرى من العناصر تتساوى فى الأوزان ولكن تختلف فى الخواص الكيميائية isobares ومن أمثلة ذلك عنصرا الأرجون والبيوتاسيوم فإن لكل منهما صنف وزنه الذرى يساوى ٤٠ والخواص الكيميائية لهما تختلف تمام الاختلاف . فبينما نجد الأرجون عنصراً غازياً خاملاً لا يألف بغيره من العناصر — نجد البيوتاسيوم عنصراً معدنياً كثير الألفة . . له من العناصر مركبات كثيرة جزيلة النفع .

الخالق المبدع

ونعود مرة أخرى إلى الذرة .

هذه الهبأة التي أنى عليها حين من الدهر لم تكن شيئاً مذكوراً . . فما كان الإنسان يعيرها التفاتاً أو يقيم لها وزناً لفضائلها أصبحت اليوم حديث العامة والخاصة حتى لقد أطلقوا على هذا العصر اسم « عصر الذرة » فالناس في حديثهم عن الحرب يذكرون الذرة وما تفعله طاقتها الكامنة و « نازها الخالدة » من خراب وتدمير . . وفي حديثهم عن السلم يحلمون بما سوف تجلبه هذه الطاقة من بركة وخير للإنسانية . . ومن المؤسف حقاً أن الحكومات اليوم تشجع العلماء والمخترعين على استحداث أعنف وسائل التدمير وأعتاها . . وترصد لذلك الكثير من الجهد والمال ويتسابق الجميع في ذلك تسابقاً مخيفاً . .

هذه الذرة . . هذه الهبأة . . كيف صورتها فاطر السموات والأرض . . وكيف بناها المهندس الأعظم رب العالمين وخالق كل شيء ؟

جسيم صغير أطلقوا عليه اسم النواة يسبح حوله جسيمات أصغر

منه وأدق يكاد وزنها لا يذكر سموها بالكهارب . . فالذرة — كما بناها الخالق — تشبه الشمس وما يدور في فلكها من توابع . . والكهارب تتوزع حول النواة في ترتيب بديع يتشابه في ذرات العنصر الواحد ويختلف باختلافها . . فذرة الهيدروجين — أخف العناصر المعروفة للآن — لها نواة يسبح حولها كهربي واحد في مدار واحد وذرة اليورانيوم لها ٩٢ كهرباً مرتبة في مدارات أو طبقات مختلفة كل مدار أوسع من الآخر . . المدار الأول — وهو الذي يحيط بالنواة مباشرة — له كهربيان . . والمدار الثاني — الذي يليه — له ٨ كهارب والثالث له ١٨ كهرباً والرابع ٣٢ والخامس ١٨ والسادس ١٢ والسابع كهربيان وقد اصطلح العلماء على تعريف كل طبقة من هذه المدارات بحرف من حروف الجاء فاستخدموا الحرف K للأول والحرف L للثاني و M للثالث وهكذا ولا بأس من استخدام الحروف العربية ك. ل. م. ن. إلخ لهذا الغرض فنعرف المدار الأول بالمدار الكافي والثاني بالمدار اللامي . . . وهكذا .

والتوزيع العددي للكهارب في مدارات ذرات العناصر المختلفة توزيع يحير الألباب تتجلى فيه روعة الخالق المبدع . . وفيما يلي قائمة لبعض العناصر مرتبة حسب أرقامها الذرية وموضح بها توزيع الكهارب . . والرقم الذري — كما سبق الإشارة — هو نفس الرقم الدال على عدد كهارب العنصر.

توزيع الكوارب							الرقم الذري	العنصر
لا	و	هـ	ن	م	ل	ك		
						١	١	الهيدروجين
						٢	٢	الهيليوم
					١	٢	٣	الليثيوم
					٢	٢	٤	البريليوم
				١	٨	٢	١١	الصوديوم
				٢	٨	٢	١٢	المنجنيز
				٣	٨	٢	١٣	الألومينيوم
			١	٨	٨	٢	١٩	البوتاسيوم
			٢	٨	٨	٢	٢٠	الكالسيوم
			٢	٩	٨	٢	٢١	السكانديوم
		١	٨	١٨	٨	٢	٣٧	الريبيديوم
		٢	٨	١٨	٨	٢	٣٨	الاسترونشيوم
		٢	٩	١٨	٨	٢	٣٩	الباتيريوم
	٢	٨	١٨	١٨	٨	٢	٥٦	الباريوم
	٢	٩	١٨	١٨	٨	٢	٥٧	اللثانيوم
	٢	٩	١٩	١٨	٨	٢	٥٨	السيريوم
٢	٨	١٨	٣٢	١٨	٨	٢	٨٨	الراديوم
٢	١٠	١٨	٣٢	١٨	٨	٢	٩٠	الثوريوم
٢	١٢	١٨	٣٢	١٨	٨	٢	٩٢	اليورانيوم

وجل مادة الذرة تتركز في النواة التي تحمل شحنة من الكهربية الموجبة تعادل كل الشحنات السالبة التي تحملها جميع الكهارب المحيطة بها. . والكهرب الواحد يحمل كمية من الكهربية السالبة تتساوى في جميع كهارب العناصر المختلفة . . وقد قاس العالم الأمريكي ميلليكان R. A. Millikan كمية الشحنة التي يحملها الكهرب الواحد قياساً دقيقاً . . ووجد أنها تساوى ٤,٤٧٤ جزءاً من عشرة آلاف مليون جزء من وحدات الكهربية الاستاتيكية . .

هذه هي الذرة . . الهباءة التي يتراوح قطرها بين جزء من مائة مليون جزء وجزء من عشرة ملايين جزء من السنتيمتر . . والتي أثبت — آخر الأمر — أن يحقرها الإنسان ففتحت له قلبها . . وكشفت له عن آية من آيات الإله السرمدى عليه يتذكر أو يخشى . . كشفت له عن « نارها الخالدة » . . قوة كامنة وطاقات جبارة مخزنة فاستغلها — وبالأجحود — شر استغلال . . في القتل والحرق . . وفي نحو المدن ودك العروش . .

فسبحانك اللهم . . لك الملك . . تعز من تشاء وتذل من تشاء . . وأنت على كل شيء قدير . . .

وانخيراً . . . هل يتحقق الحلم

والحلم . . . حلم قديم طالما داعب خيال الكيميائيين . . .
حلم تحويل العناصر بعضها إلى بعض . . . هل تراه تتحقق
أخيراً . . . ؟

إن الأبحاث التي قام بها العالم رذرفورد على غاز الأزوت
قد أدت إلى إمكان تحويل نواة ذرة هذا العنصر إلى عنصر
آخر هو الأوكسجين . . . وكان ذلك بتأثير جسيمات ألفا على
الأزوت إذ دخلت في نواته فحولتها من نواة أزوت إلى نواة
أوكسجين . . . كما أن الأبحاث التي قام بها العالم إنريكو فيرمي
E. Fermi قد أدت إلى اكتشاف عنصر جديد يلي عنصر
اليورانيوم . . . وسمى لذلك بالعنصر رقم ٩٣ . . . وهذا العنصر
صنع صناعاً بتأثير النيوترونات (الجسيمات المتعادلة) على
عنصر اليورانيوم . . . وتفسير ذلك أن النيوترونات المذكورة
عندما أطلقها فيرمي على نواة اليورانيوم عثت بها وأخلت

توازنها فانبعث منها كهرب جديد فزاد بذلك عدد كهارب ذرة اليورانيوم وصارت ٩٣ بدلا من ٩٢ .

وأثارت مباحث فيرمي ضجة كبيرة في الدوائر العلمية فتحويل عنصر إلى عنصر أو صناعة عنصر في المعمل أمر خطير . .
فهب العلماء يتحققون من صحة وجود هذا العنصر بالحديد فأجريت التجارب العديدة . . وفي عام ١٩٣٨ أثبت العالمان هاهن واشتراسمان Hahn & Strassmann صحة وجوده وبذلك أخذ العنصر رقم ٩٣ مكانه في جدول العناصر بعد اليورانيوم . .

وبعد . . إن كان تحويل العناصر لم يجر حتى الآن على نطاق واسع—إلا أن آفاقاً جديدة قد تفتحت أمام علماء الكيمياء والطبيعة . . وليس بمستبعد أن نرى — يوما — هؤلاء العلماء يعالجون الحديد والرصاص والحسيس من المعادن فتخرج هذه من بين أناملهم ذهباً نضاراً . . ! ! !

خاتمة

وقبل أن نختم « قصة العناصر » ونطوى هذا الكتاب . .
 جدير بنا أن نحني رؤوسنا احتراماً وتقديراً للعلماء الذين
 مر بنا ذكرهم . . . وغيرهم ممن أفادوا العلوم عامة وعلم
 الكيمياء خاصة حتى وصل إلى ما صار عليه الآن . . علماء
 وثيق الاتصال بحياتنا . . ودعامة من أهم الدعائم في فنون الصناعة
 والزراعة الحديثة . . إنهم علماء من كل جنس . . ربطتهم
 — على اختلاف أوطانهم ولغاتهم — صلة من أقدس الصلات
 وأقواها . . صلة العلم وتبادل المعرفة . . والبحث الحر والنقد
 التريه . . فترى عالماً في السويد أو في بلجيكا مثلاً ينشر
 بحثاً في مجلة علمية فيتلقفه زميل له في إنجلترا أو في أمريكا
 أو في أى قطر آخر من أقطار الأرض . . ويعلق عليه أو
 ينقله أو قد يتمه في مجلة أخرى وبلغة أخرى . . وبذلك يشترك
 أكثر العلماء — على اختلاف أجناسهم — في بحث بعينه . .
 فتجتمعهم رابطة العلم وإن بعدت بينهم الشقة .
 ومن هؤلاء العلماء الذين تفخر بهم إنجلترا جوزيف بلاك

J. Black (١١٢٨ - ١٧٩٩) الذى اشتهرت عملياته الكيميائية
 بجمال الوصف ودقة التنسيق : . وجوزيف بريستلى J. Priestley
 (١٧٣٣ - ١٨٠٤) الذى اشتهر ببحوثه فى الغازات . . .
 وجون دالتون J. Dalton (١٧٦٦ - ١٨٤٤) الذى أفاد العلم
 بنظرياته وآرائه الصائبة فكان مفكراً أكثر منه عملياً . . ثم
 منهم أيضاً السير همفري دافى Sir H. Davy (١٧٧٨ - ١٨٢٩)
 أذكى وألمع من أنجبت إنجلترا من العلماء . . ناقد كيميائى
 فذ . . ومكتشف عشرات العناصر ، . ثم هنرى كافندش
 H. Cavendish صاحب العمليات الكيميائية والتجارب العديدة
 المفيدة وأول من وضع أصول الكيمياء العملية الصحيحة . . .
 وهناك توماس جراهام T. Graham (١٨٠٥ - ١٨٦٩) وميخائيل
 فاراداي M. Faraday وهما عالمان ممتازان وإمامان من أئمة الكيمياء
 الطبيعية . .

وإذا تركنا الإنجليز وعلمائهم . . وجدنا فرنسا تتيه فخراً
 بعالمها الفذ أنطوان لوران لافوازييه (١٧٤٣ - ١٧٩٤)
 مؤسس الكيمياء الحديثة وألمع نجم فى تاريخها . . وبالحجود
 مواطنيه . . لقد صاحوا فى وجهه إن حكومة الحرية والإخاء
 والمساواة ليست فى حاجة إلى علماء . . وقدموا رأسه لسكين
 المقصلة جزاء وفاقاً لما قدمه للعلم من جليل الخدمات . .

وتفخر فرنسا أيضاً بعالمها الكبير جان بابتيست أندريه دوماس
J. B. A. Dumas (١٨٠٠-١٨٨٤) الذى أخذ بيد الكيمياء
العضوية وهى فى المهد فجعلها تقف وتستقيم ويشته
عودها

وأما ألمانيا فقد أنجبت جاستس فون ليبج J. Von Liebig (١٨٠٣-
١٨٧٣) ويحق لها أن تفخر به وحده على جميع الأمم .
وفريدريك فوهلر F. Wohler (١٨٠٠-١٨٨٢) الذى أثبت
فساد الزعم القائل بضرورة توسط القوى الحيوية فى تجهيز
المركبات العضوية . . ففتح بذلك فتحاً جديداً فى الكيمياء .
ثم براند Brand الذى استخلص عام ١٦٧٤ الفوسفور من
البول . . وأوجست ولهم فون هوفمان A. Hofmann (١٨١٨-
١٨٩٢) الحجة الكبيرة فى الكيمياء العضوية . . والعالم
روبرت ولهم بنسن R. W. Bunsen (١٨١١-١٨٩٩) الذى
يتردد اسمه الآن وسيتردد دوماً على لسان كل من يستعمل
مشعله المشهور Bunsen burner فى البيت أو فى المعمل .

وللسويد فضل الكيمياء خلدة العالمين كارل ولهم شيل
C. W. Scheele (١٧٤٢-١٧٨٦) وجونس جاكوب برزيلوس
J. J. Berzelius وهو فضل عظيم لا ينكر . . كما أن لإيطاليا
مثل هذا الفضل سجله لها كل من أميديو أفوجادرو A. Avogadro

(١٧٧٦ - ١٨٥٦) وستانيسلو كانيزانو S. Cannizzono
(١٨٢٦ - ١٩١٠) . . .

وهذا دمترى إيفانوفتش ميندليف D. I. Mendelejeff
(١٨٣٤ - ١٩٠٧) خير من أنجببت روسيا من العلماء . .
وجدوله المشهور في ترتيب العناصر لا يكاد يخلو منه كتاب
في الكيمياء

هؤلاء وغيرهم كثيرون . . علماء يتمنون لكل بلد . . ربطهم
رباط العلم المقدس الذي لا يتقيد بالجنس ولا باللغة ولا بالدين
والذي لا يعوقه تلك الخطوط الوهمية التي وضعها الناس حدوداً
للممالك والأمم . . .

* * *

وبعد . . فلقد خلد الغربيون علماءهم وأكرمواهم في حياتهم
أو بعد مماتهم فاهتموا بآثارهم ومؤلفاتهم وجمعوها . . وأصدروا
المؤلفات الكثيرة عن سيرهم وتراجمهم . . فهل حدونا - نحن
أبناء العروبة - حدوهم وأوفينا علمائنا حقهم من التكريم
والتخليد ؟ .

إن الكيمياء صناعة مصرية . . اشتغل بها الفراعين ثم
تلقفها العرب من الإغريق فوضعوا فيها المصنفات العديدة . .
وتفرغ لها عدد كبير من علمائهم كان أظهرهم أبو موسى

جابر بن حيان الذي اعترف الغربيون بفضله وفضل مصنفاته
الكثيرة فخلدوه ورفعوا ذكره وأعدوه من مشاهير الكيميائيين
وترجموا مؤلفاته إلى لغاتهم وتسابقوا على مخطوطاته وآثاره يقتنونها
في متاحفهم . . . وصفوة القول إنهم كانوا أكرم له وخلفائه
منا نحن العرب .

وخلفاء ابن حيان الذين صالوا وجالوا في ميدان هذه الصناعة
كثيرون نذكر منهم في هذا المقام أبا علي الحسين بن عبد الله
ابن سينا الملقب بالرئيس . . وأبا بكر محمد بن زكريا الملقب
بالرازي . . . وأبا منصور الموفق . . . وأبا القاسم مسلمة بن
أحمد المجريطي وأبا القاسم محمد بن أحمد العراقي . . . وقد
قدمهم لنا أستاذنا الكبير محمد محمد فياض بك في أحد
أعداد هذه السلسلة (١) غير أنه من حقهم علينا أن نوفيهم
نصيبهم من التخليد فنكتب عنهم المزيد من التراجم والمؤلفات . .
فهل ترانا فاعلين . . ؟

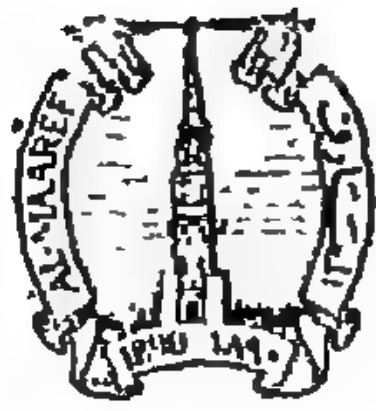
المراجع

المراجع العربية :-

- ١ - الذرة والقنابل الذرية :
للدكتور علي مصطفى مشرفة باشا .
- ٢ - الكواشف الجلية عن الحقائق الكيميائية :
للدكتور أدون لويس (طبع بيروت) .
- ٣ - تاريخ العالم لاسير جون ا . هامرتن :
(الترجمة العربية لوزارة المعارف) .

المراجع الإفرنجية :-

- | | |
|----------------------------------|------------------|
| 1. A Short History of Chemistry. | J.R. Partington. |
| 2. Inorganic Chemistry, | E.J. Holmyard. |
| 3. Organic Chemistry, | E.J. Holmyard. |
| 4. Organic Chemistry, | A.K. Macbeth. |



دار المعارف

أسست بالقاهرة سنة ١٨٩٠

تقدم إلى القارئ في مختلف مراحل حياته ومتباين
درجات ثقافته كل ما يحتاج إليه في تكوين
مكتبة عربية في منزله لتساعده على الاستزادة
من الثقافة والطموح إلى حياة عقلية راقية

المركز الرئيسي بالقاهرة : ٥٠ شارع مسيرو تليفون ٤٩٨٦٨
فرع الفجالة بالقاهرة : ٧٠ شارع الفجالة تليفون ٤٩٨٦٦
فرع الإسكندرية : ٢ ميدان محمد علي تليفون ٢٣٥٨٨

اقرا

- عنوان هذه السلسلة خير ما يوضحه
لذا الاقراء والمحامات . بل هو خير ما يوجه
إلى الآباء أن منة تختار إلى الآباء .
- السلسلة الشهيرة الوحيدة التي تشمل
منها أصغر من سبع سنوات
على جعل الفعالة في متناول الجميع .
- رواية ملحة لأشياء . مكنة رفيعة الشئ
صغيرة الفاتحة في كل منزل يستفيد
منها الشباب والشيوخ على السواء .
- تصورها دار المعارف بمصر وطباعة أبيقة
بمعاونة حضرات الدكتور طه حسين باشا
والأستاذ ماسر هوو القادر والآستاذ قزاد منهد

نمن النسخة ٥ قرين

٦٠ ملأ في قطيعة ونرد الأورد
٦٠ ملأ في العراق
٦٠ عرضاً في لبنان
٦٠ عرضاً في سوريا

